المجلس الأعلى للثقافة

المشروع القومي للترجمة

أقدم لك..

ستيفن هوكنج

تأليف

ج.ب.ماك ايفوى

أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة واشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام




mohamed khatab

المشروع القومى للترجمة

أقدم لك

ستيفن هوكنج

تأليف

ج. ب. ماك ايفوى

أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام

المجلس الأعلى للثقافة

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية

٢٠٠٢/٤١٧٣

الترقيم الدولى I.S.B.N

977-5769-47-7

المشروع القومى للترجمة
إشراف: جابر عصفور

هذه ترجمة لكتاب:

Stephen Hawking



J. P. Mc Evoy
and Oscar Zarate

شارع الجبلاية بالأوبرا ـ الجزيرة ـ القاهرة ت: ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس: ٧٣٥٨٠٨٤
El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo
Tel : 7352396 Fax : 7358084 E.Mail:Asfour@onebox.com

مقدمة

بقلم المراجع

أقدم لك ... هذا الكتاب ... !

هذا هو الكتاب الثانى عشر من سلسلة «أقدم لك ...» عن عالم الفيزياء النظرى البريطانى «ستيفن وليم هوكنج» (١٩٤٢ ـ .....) الذى يُعد معجزة بجميع المقاييس فهو معجزة بشرية : عبقرية علمية تجلس على كرسى متحرك؛ رجل مقعد يصعب عليه الكلام أو الكتابة، لكنه تغلب على ذلك كله بعبقريته ليصبح معجزة فى ميدان الفيزياء يقارنون بينه وبين «نيوتن» من ناحية و«أينشتين» من ناحية أخرى.

يتابع «هوكنج» : نظرية أينشتين فى النسبية العامة ـ لا سيما فى مجال الجاذبية ـ بعد أن انتقل عام ١٩٦٢ من جامعة اكسفورد إلى جامعة كيمبردج ليتابع أبحاثه فى هذا الميدان. وتؤدى هذه الدراسة إلى البحث فى نظرية الكم المتعلقة بالجاذبية، وذلك فى محاولة لتفسير موضوعين هامين :

الأول : ما يسمى بالانفجار العظيم ، الذى بدأ منه ـ الكون.

الثانى : «الثقوب السوداء»..بالإضافة إلى تفسير التفردات (وأحياناً تسمى بالأمور «الشاذة») التى لم تفسرها نظرية النسبية الكلاسيكية تفسيراً كافياً.

ويقدم «هوكنج»، فى كتابه «تاريخ موجز للزمان» عام ١٩٨٨ تفسيراً شعبياً مبسطاً للكسمولوجيا، ولهذا السبب يصبح من أكثر الكتب رواجاً فى العالم ... ولقد نجح فى أن يبيّن لنا أن أية نظرية فى كسمولوجيا النسبية العامة لابد أن تكون «متفردة» فالتفرد فى عالمنا هو «الانفجار العظيم» الذى يبدأ منه الكون. وهو نظرية أصبحت مقبولة الآن. أما الجوانب الهامة فى بحوث «هوكنج» الأخيرة فقد تركزت حول النظرية النسبية العامة فى مجال الثقوب السوداء.

كما يحاول هذا العبقرى الفذ تقديم مركب شامل يجمع بين رياضيات الكم والنظرية

النسبية وذلك مع بداية نشره لكتاب « البنية العريضة للزمكان Space-Time» عام ١٩٧٣ بالاشتراك مع ج.ف. إليس G.F. Ellis.

ولقد تمّ تعيين هوكنج أستاذاً للفيزياء في جامعة كيمبردج عام ١٩٧٧ تقديراً لهذا الرجل العملاق من زاويتي عبقريته العلمية وعجزه البشرى !

أما مؤلف الكتاب فهو ج. ب ماك إيفوى الذى نال درجة الدكتوراة فى الفيزياء من جامعة لندن عام ١٩٦٨ . وظل ما يقرب من خمس وعشرين سنة يعمل ويدرس في ميدان البحوث الفيزيائية في جامعة كلارك ، والمدرسة الأمريكية في لندن، ونشر أكثر من خمسين بحثاً. ثم عمل بعد ذلك في ميدان تبسيط العلم في الصحافة وأجهزة الإعلام المختلفة لا سيما البرامج التعليمية في التليفزيون. ومن هنا كان لديه خبرة واسعة في تبسيط وتوضيح المصطلحات العلمية على نحو ما يتضح في كتابنا الحالي.

أما الفنان أوسكار زاريت الذي قام بتصميم الرسوم التوضيحية، فقد سبق أن شارك في إعداد كتب كثيرة من هذه السلسلة، صدر منها بالفعل كتاب «الذهن والمخ» (العدد ٣٠٩ من المشروع القومي للترجمة) كما شارك في إعداد كتب أخرى مثل : فرويد، وكلاين، وماكيافللي، ولينين ... إلخ وهي كتب نرجو أن تصدر تباعاً في هذه السلسلة.

وبعد ...

فإنا لنأمل أن نكون بترجمتنا لهذا الكتاب قد أضفنا جديداً إلى المكتبة العربية ، ضمن المشروع القومي للترجمة.

والله نسأل أن يهدينا جميعاً سبيل الرشاد،

المشرف على السلسلة

إمام عبد الفتاح إمام

أكثر الرجال حظاً في العالم

في يوم التاسع عشر من شهر أكتوبر عام ١٩٩٤ جلس مؤلف هذا الكتاب مع ستيفن هوكنج، ثم بدأ بسؤال ربما يبدو جريئاً إن لم يكن وقحاً : هل يعتبر هوكنج نفسه محظوظاً؟




أوافق على كونى محظوظاً في كل شيء عدا إصابتى بمرض محرك الأعصاب، وحتى المرض لم يكن على قدر كبير من النكبة بالنسبة لي. فلقد تمكنت من التغلب على آثار المرض بواسطة الكثير من المساعدة. فلقد كنت على قدر كبير من الرضا لأصل إلى النجاح بغض النظر عن المرض.
وفى الحقيقة فإننى أكثر سعادة مما كنت قبل إصابتى بالمرض. ولا أستطيع أن أجزم بأن المرض كان بمثابة منفعة لى، ولكنه لم يكن على درجة العيب العالية التى كانت متوقعة منه.



ولنرجع إلى الوراء قليلاً ...
كل الناس تعرف حظ هوكنج السيء. فلقد بدأ في أحد أيام ربيع عام ١٩٦٢ بعد الظهر حينما شعر أنه لا يستطيع تحريك يده لربط رباط حذائه. وكان يعلم أن هناك شيئاً سيئاً قد حدث لجسده. وفي نفس العام كان قد أكمل أول خطوة في طريقه العلمي حينما حصل على شهادته من جامعة أوكسفورد، وتَمَّ قبوله كطالب دراسات عليا في جامعة كيمبردج. ولكنه قد أصيب بمرض محرك الأعصاب أو Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS). وهذا المرض مميت ولا يمكن الشفاء منه، لذلك أمهله الأطباء عامين فقط في حياته.



ومثلما نعتقد نحن فى السير الذاتية والأخبار الصحفية فى الصحيفة المصغرة، فقد قضى هوكنج شهوراً عديدة بعد ذلك فى اكتئاب عميق فى مكانه فى الجامعة وهو يشرب الخمر ويستمع لـ «فاجنر». ومما زاد مرارة هوكنج أنه قد تم إخباره بأن عالم الكونيات الشهير «فيرد هولى» (ولد عام ١٩١٥) ، السبب الذى جعله يختار جامعة كيمبردج كأول خياراته، لن يشرف على أبحاثه.

ولكن سرعان ما بدأ حظه في التغير، فلقد أعجبت به جان وايلد، الفتاة التي قابلها في ليلة رأس السنة عام ١٩٦٢، إعجاباً حقيقياً. كذلك قامت جامعة كامبريدج بالتسجيل له مع دينيس سكياما (ولد عام ١٩٢٦) وهو أحد أفضل المشرفين على الأبحاث علماً وأكثرهم إلهاماً في مجال علم الكونيات النسبي.

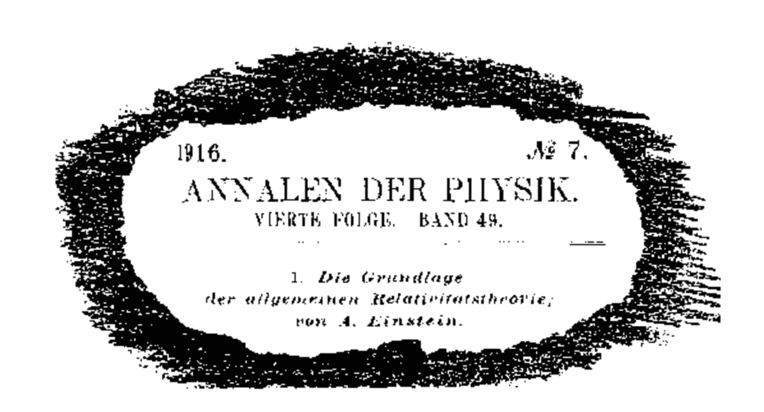


وبمجرد قبول أن قدرات ستيفن هوكنج الطبيعية قد تأثرت وحددت بصرامة نتيجة مرض (ALS) العنيف، بدأت سلسلة كاملة من الأحداث المبشرة بالخير في الحدوث في بداية الستينات من القرن العشرين والتي مكنته من تحقيق قدره لأن يكون واحداً من رواد علم الكونيات في العصر الحديث.

أول شيء كان المجال الذى اختاره وهو الفيزياء النظرية والتى لا تتطلب أى أدوات سوى عقله ، كما أنها لم تتأثر لأى درجة من الدرجات بمرضه. وقد وجد شريكاً قادراً على مساعدته وهى جاين وايلد وكذلك مشرفاً على رسالته ملائماً لهواه وهو «سكياما».

ثم قابل «روجر بنروز» (ولد عام ١٩٣١) عالم الرياضيات اللامع الذى كان يعمل فى مجال الثقوب السوداء والذى كان مقرراً له أن يقوم بتعليمه طرق ووسائل تحليل جديدة فى الفيزياء . ولقد قام بنروز بحل مشاكل بحثية ساعدت على استمرار هوكنج فى رسالته وكذلك وضعه فى الاتجاه الأساسى للفيزياء النظرية.




1916. № 7.

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTE FOLGE. BAND 49.

1. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie;*
von A. Einstein.

وقد كـان هوكنج على موعـد آخر مع القدر فـى نفس الوقت. فقد كـانت هناك نظرية تطبق على نطاق واسع فى مسائل عـملية فى علم الكونيـات وهى النظرية النسبـية العـامة لأينشتين، وقد بدا أن التنبؤات التـى تم بناؤها على هذه النظرية لم تقبل لعشرات السنوات بسبب شـدة غرابتها. وفـى بداية الـستينات كـان العصر الذهبى للبـحث فى علم الكونيات المبنى على النـسبية العامة على وشـك أن يـبدأ. وكان الشـاب الطموح برغم كونه أعرج قليلاً الذى خطط لأن يكون عالماً فى الفيـزياء النظرية جاهزاً للعمل. ولم يكن يعرف مـدة حياته ... ولكنه بالتأكيد كان فى المكان المناسب فى الوقت المناسب.



ويسمى هوكنج بـ عالم الكونيات النسبية، وهذا يعنى أنه درس الكون ككل (كونيات) واستخدم النظرية النسبية بصورة أساسية (نسبية).

وبما أن هوكنج قد قضى حياته العملية كلها كعالم فيزياء نظرية (منذ بداية الستينات وحتى منتصف العقد الأخير من القرن العشرين) فى دراسة نسبية أينشتين العامة، فمن الأفضل أن نعرف عما تدور هذه النظرية.

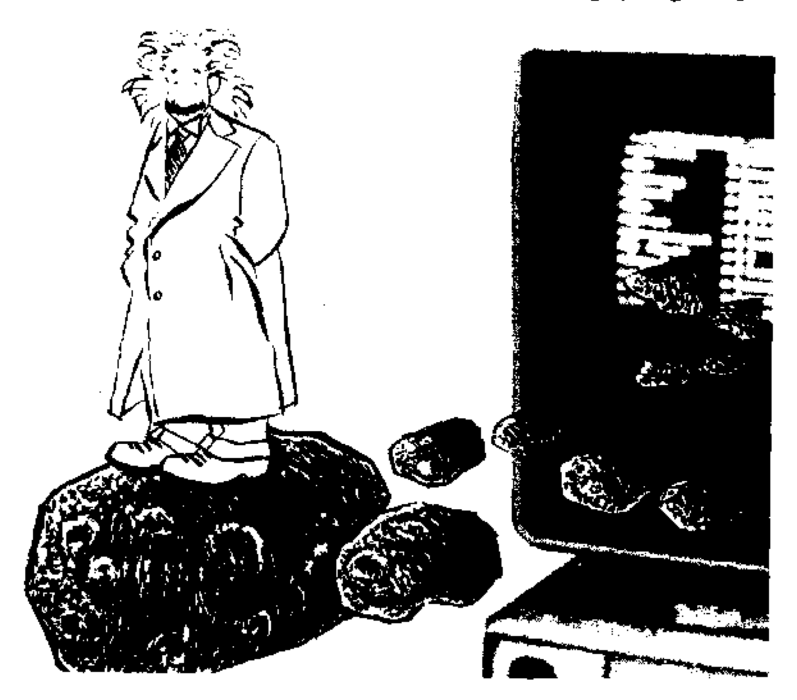


النظرية النسبية العامة

فى برلين، فى شهر نوفمبر عام ١٩١٥ كان ألبرت أينشتين (١٨٧٩ ـ ١٩٥٥) قد أكمل لتوه نظريته عن النسبية العامة، وهى عبارة عن صياغة رياضية يتم فيها استخدام الفضاء المنحنى والوقت الملتوى فى وصف الجاذبية. وقد بدأ علم الكونيات ككل بعد ذلك بعامين عندما نشر أينشتين بحثاً آخر تحت اسم «اعتبارات كونية» والذى قام فيه بتطبيق نظريته على كل الكون.

ومن الصعب أن يتمكن أحد من النظرية النسبية، ولكن الكثير من التلاميذ الذين يفهمونها يوافقون على كونها نظرية ممتازة ورائعة لوصف الجذب.

وعملية وصف مجموعة من المعادلات الرياضية بأنها رائعة لا يساعدنا على فهم كيفية اختلاف نظرية أينشتين عن نظرية إسحق نيوتن (١٦٤٢ ـ ١٧٢٧)، ولكن المثال الذى يوضح كيفية وصف الجاذبية بواسطة كلا النظريتين وفى نفس الظروف الفيزيائية من الممكن أن يفى بالغرض.



لماذا يجب على عالم الكونيات أن يقوم بدراسة الجذب ؟

علم الكونيات هو دراسة كل الكون ويبنى كثير من هذا العلم على افتراض الخرف ـ الواسع !. ويحدد الجذب التركيب الكبير للكون أو ببساطة أكثر فإن الجذب يحفظ الكواكب والنجوم والمجرات معاً. وهذا هو أكثر المبادئ أهمية فى هذا المجال.

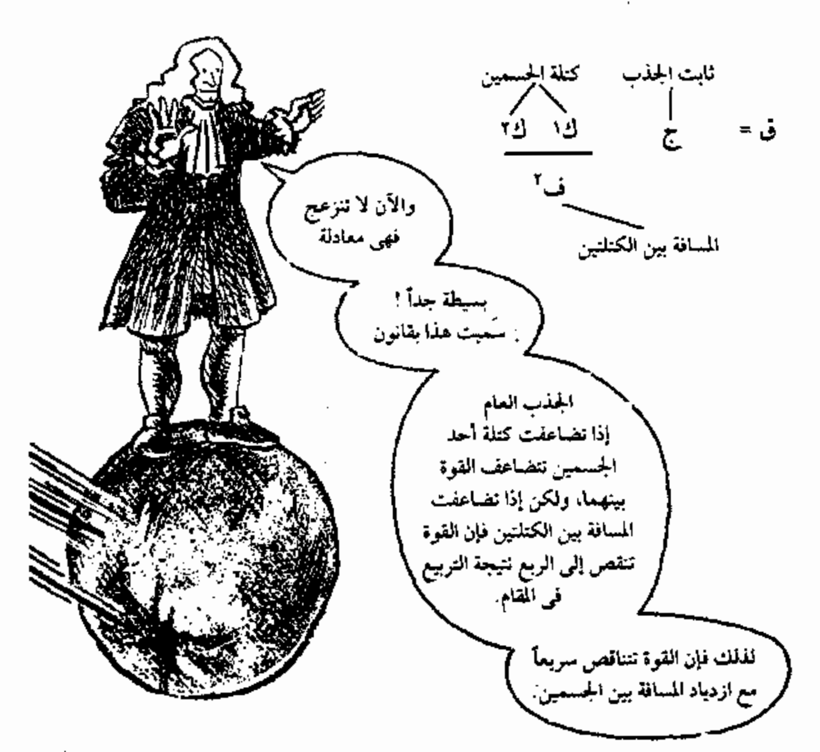
وحتى العصر الحديث كان يُعتقد أن علم الكونيات هو علم زائف يُوكل للأساتذة المخرفين المتقاعدين. ولكن فى العقود الثلاثة الأخيرة أدت أعمال هوكنج بالإضافة إلى تطويرين أساسيين قاموا بتغيير هذه المادة بصورة مثيرة.

الأول هو التقدم الهائل في علم الفلك القائم على الملاحظة التى تصل إلى أبعد المجرات. الشيء الذى جعل الكون عبارة عن معمل لاختبار النماذج الكونية. الثانى هو نظرية النسبية العامة لإينشتين التى تم إثباتها العديد من المرات حتى أصبحت صحيحة ومقبولة لوصف الجاذبية فى الكون كله. والفيزياء علم تراكمى حيث ان النظريات الجديدة تبنى على القديمة. ويتم قبول الأفكار التى تحقق النتائج العملية ونبذ تلك التى لا تتماشى مع النتائج العملية. وهدفنا النهائى هو فهم إسهامات هوكنج الذى وصل بنظرية الجذب لإينشتين إلى أبعد حدودها.

وهناك أمر هام آخر وهو أن نفهم معظم النظريات الجزئية ، فعلى سبيل المثال تعتبر قوانين الجاذبية لنيوتن صحيحة فقط عندما تكون الجاذبية ضعيفة ويجب أن تحل محلها نظرية النسبية العامة لأينشتين فى حالة الجاذبية القوية. وبالمثل فإن النسبية يجب أن تبدل بميكانيكا الكم عند دراسة التفاعلات عند مقياس ميكروسكوبى مثل الانفراديه Singularity أو عند منتصف أو حافة الثقب الاسود. وهوكنج هو صاحب الحظ السعيد الذى دمج النسبية مع ميكانيكا الكم فى صورة الجذب الكمى والتى تسمى فى الأوساط العلمية بـ نظرية كل شيء.

نيوتن : مبدأ القوة

قدم نيوتن مبدأ قوة الجذب التثاقلي وذكر أن الجذب المتبادل بين كتلتين يتناسب تناسباً طردياً مع كتلتيهما (أى كمية المادة التى تحتوى كلا الجسمين) وعكسياً مع مربع المسافة بين الجسمين.



والتجاذب هو أضعف قوة في الطبيعة كما نستنتجه من خلال قيمة ثابت الجذب ج في الوحدات العملية :

$$ج = ٦,٦٧ \times ١٠^{-١١} \text{ نيوتن متر}^{٢} / \text{كيلوجرام}^{٢}$$

والنيوتن هو وحدة عملية للقوة ويساوى تقريباً ربع رطل.

أربعة أنواع من القوى في الكون

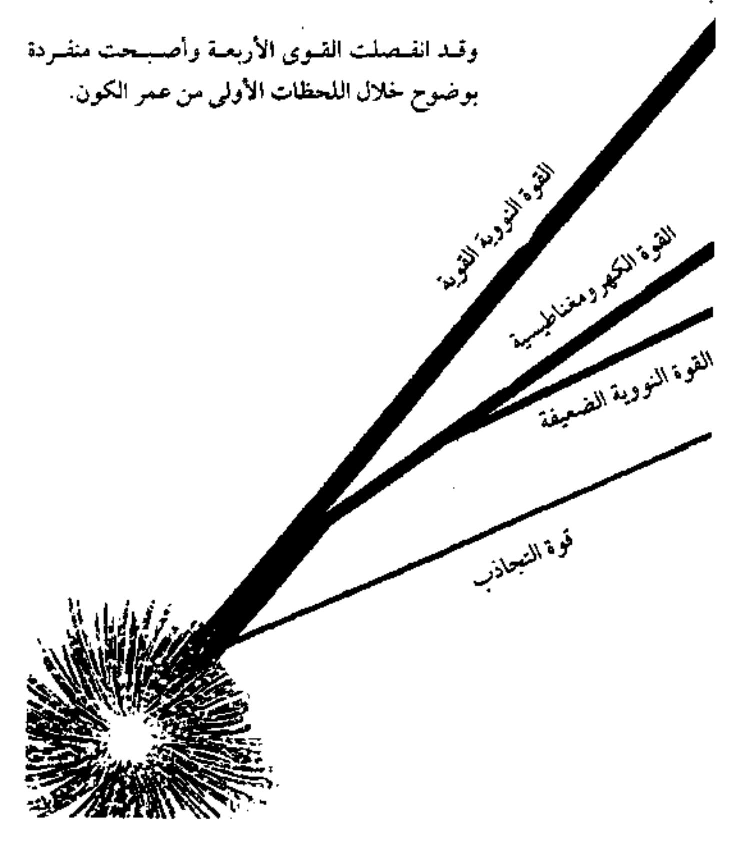
القوة الكهرومغناطيسية : تقوم بحفظ الذرات مع بعضها وهى أساس لكل التفاعلات الكيميائية.

القوة النووية القوية : تقوم بربط البروتونات والنيوترونات فى داخل النواة وهذه القوة هامة فى التفاعلات النووية مثل الانشطار والاندماج.

القوة النووية الضعيفة : وهى تحدد التحلل الاشعاعى مثل الإشعاع التلقائى لجسيمات ألفا وبيتا من داخل النواة.

قوة التجاذب : وهى المسئولة عن التركيب الكبير للكون وتكوين المجرات والنجوم والكواكب.

وقد انفصلت القوى الأربعة وأصبحت منفردة بوضوح خلال اللحظات الأولى من عمر الكون.



عندما يقترب مصارعا السومو من بعضهما داخل حلبة المصارعة (وليكن على بعد متر من بعضهما) ، نجد أن القوة التى تجذبهما لبعضهما تعتبر ضئيلة جداً ... فهى أقل ألف مرة من القوة اللازمة لرفع قطعة مربعة من المناديل الورقية !

$$\text{ف ج} = \frac{(\text{٦,٦٧} \times \text{١٠}^{-\text{١١}})(\text{١٣٥})(\text{١٣٥})}{(\text{١ متر})^{\text{٢}}} = \text{٠,٠٠٠٠١٢ نيوتن} = \text{٠,٠٠٠٠٠٢٧ رطل.}$$

حيث ١٣٥ كجم هو وزن الواحد منهم، للتحويل من نيوتن الى رطل نضرب فى٠,٢٢٥

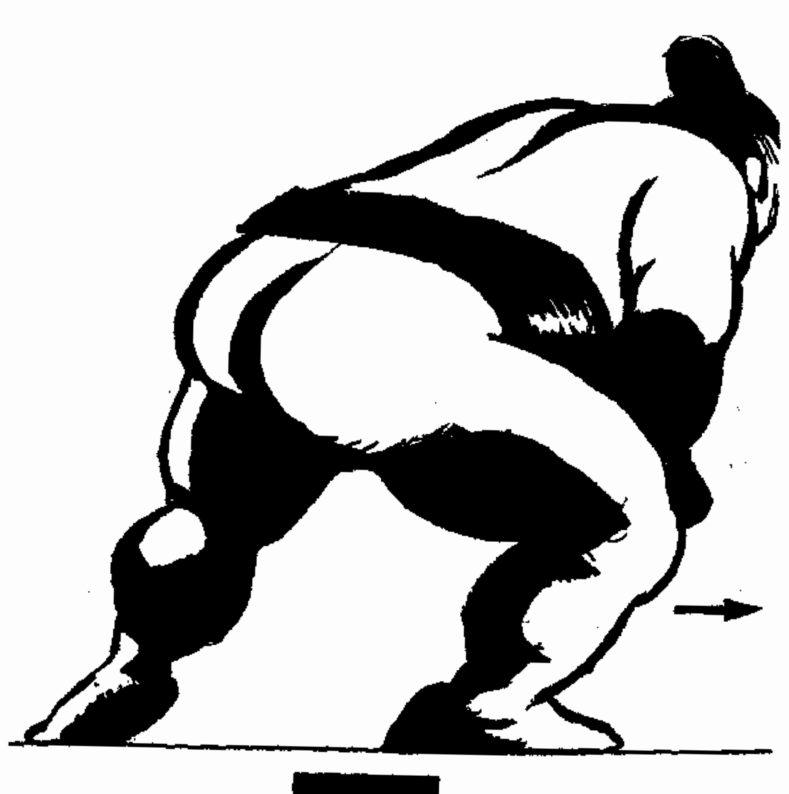




ولكن قـوة جذب كل منهـما إلى الأرض أكـبر بكثـير. وذلك لأن الجسـم الآخر الذى يجذبهم هو الأرض التى لها كتلة ٥,٩٨ X ١٠ ^{٢٤} كجم.

ونصف قطر الكرة الأرضية هو ٦,٣٧ X ١٠ ^{٦} متر وبالتعويض عن هذه القيم نجد أن هذه القوة هى :

$ق_{ج}$ = ٢٩٨ رطل (وهو وزن المصارع).





المبادئ الرياضية The Principia

وصف عالم نيوتن

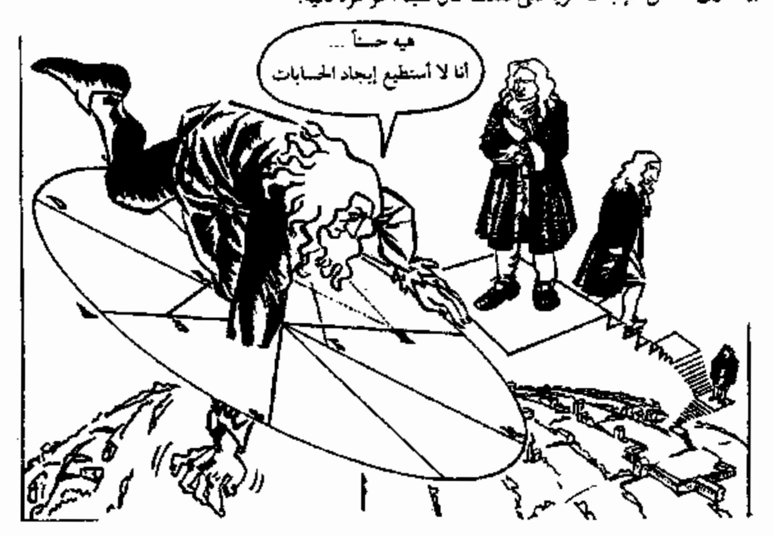
كان نيوتن مهتماً بصورة أساسية بالجاذبية بين الشمس والكواكب (أي النظام الشمسي). وقد نشأت القوة الدافعة لنشر مبادئه Principia من خلال مناقشة في الجمعية الملكية في عام ١٦٨٤ بين عالم الفلك إدمون هالي (١٦٥٦ - ١٧٤٢) والمهندس المعماري السيد كريستوفر رين (١٦٣٢ - ١٧٢٣) والمنافس التقليدي لنيوتن روبرت هوك (١٦٣٥ - ١٧٠٣).



وبدون تردد قام نيوتن (العبقرى الناسك) بالرد على سؤال هالى عن المدار البيضاوى



كلنا نعرف أن جوهانس كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) قد أوضح أن مدارات الكواكب تأخذ الشكل البيضاوى ، لكن الإثبات الرياضى لذلك كان شيئاً آخر مرة ثانية.



وعـاد هالى إلى لندن وهو مـحـبط، لكن بعـد ٣ أشـهر تـسلـم بحثـاً من ٩ ورقـات باللاتينيـة (عن حـركـة الأجسـام في المدارات)، والذي قـام فـيه نيـوتن بوصف المســار البيضاوى للكواكب بواسطة قانون الجاذبية وقـوانين الحركة التي وضعها. وكان هذا هو البشير «للمبـادئ الرياضية» المشهورة عالمياً (١٦٨٧) والتي قدمت وصفاً رياضياً كاملاً لأفكاره.

De motu corporum in gyrum.

PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore J S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos Professore Lucasiano, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Jussu Societatis Regiæ ac Typis Josephi Streater. Prostat apud plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

نيوتن وهوكنج

تقوم الأوساط العلمية بمقارنة هوكنج عادة مع الآخرين من علماء الفيزياء المشهورين مثل نيوتن وإينشتين. فلم يكن هناك شخص واحد يتسيد جيله كله مثلما كان نيوتن وكذلك بالنسبة لهوكنج فهو واحد من مجموعة قليلة من العلماء البارعين المتمكنين من علم الكونيات في هذه الأيام. وبعض هذه المقارنات يبدو شيقاً جداً.

فقد قضى نيوتن حياته العملية كلها في كيمبردج مع أبحاثه ومعامله في كلية ترينتي. أما هوكنج فكان في كيمبردج منذ بداية حياته في الدراسات العليا في عام ١٩٦٢ فيما عدا بعض سنوات الراحة القليلة التي قضاها في الخارج.

قام كلاهما بمحاولة توضيح الملاحظات الفيزيائية من خلال نظريات الجاذبية : نيوتن استخدم نظريته الخاصة وهوكنج استخدم النسبية العامة لإينشتين بصورة أساسية.



وقد ارتقى كلاهما نفس المنصب الرفيع في كيمبردج وهو Lucasian Chair of Mathematics.

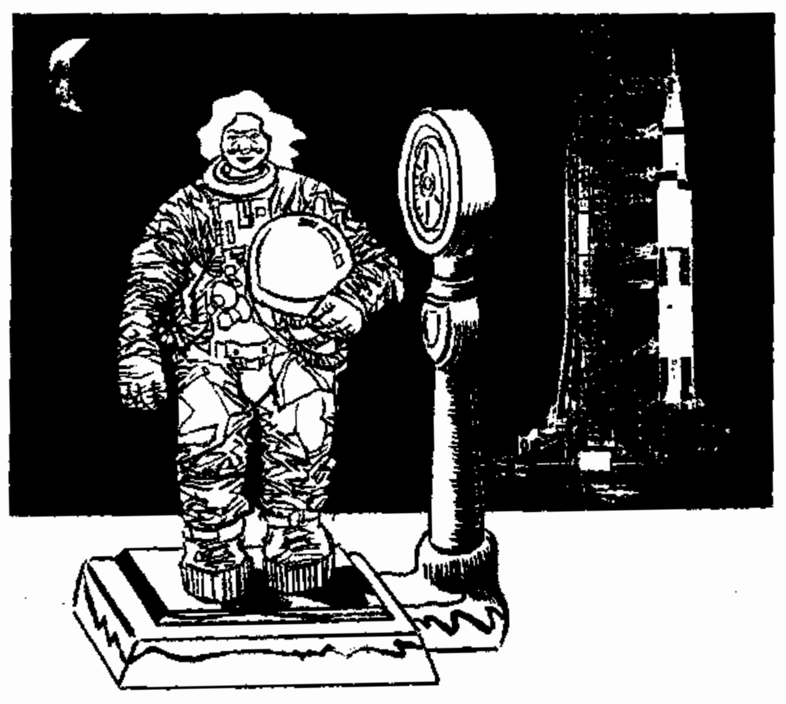
وكان التطبيق واسع النطاق لمبدأ نيوتن «المبادئ الرياضية» غير عادى بالمرة. فلقد نجحت النظرية في الحال ووجد أنها قابلة للتطبيق على كل أنواع الحركات فى النظام الشمسي متضمنةً القمر والمذنبات بالإضافة للكواكب. وكانت هذه النظرية دقيقة جداً لدرجة أنها استخدمت لاكتشاف كوكب نبتون والذى لم تكن رؤيته ممكنة بالتلسكوبات المتاحة فى وقتها.




وربما يندهش الكثير إذا علموا أن الوصول إلى القمر بعد وفاة إينشتين بنصف قرن لا يتطلب أى تحويرات لنظرية نيوتن. وقد استخدم مهندسو ناسا (وكالة الفضاء الأمريكية) المبادئ الرياضية عندما كانوا يبرمجون صواريخهم فى "كاب كينيدى" عام ١٩٦٩.
لماذا لا نستخدم نظرية أينشتين ؟ أليست صحيحة أكثر من نظرية نيوتن ؟
نعم، ولكننا لا نحتاج إليها في ناسا.
لكن الفرق بينهما يمكن تجاهله إلا إذا كانت القياسات تتم بالقرب من جسم له كتلة كبيرة. ففى النظام الشمسى يمكن إهمال آثار نسبية إينشتين واستخدام نظرية نيوتن.

مبدأ الكتلة

لنأخذ فى الاعتبار الطريقة الغريبة لإنقاص الوزن : رحلة إلى القمر ! عند نقل جسم فى سفينة فضاء إلى القمر فإن وزنه ينقص إلى السدس ! ويمكن التحقق من نقصان الوزن هذا ببساطة جداً، باستخدام قانون نيوتن فى الجاذبية للمقارنة بين قوة جذب الجسم على سطح الأرض (أى وزنه) بتلك على سطح القمر. بمجرد التعويض بالأرقام فى المعادلة نرى هذا النقصان الغريب فى الوزن. ولكن لاحظ كيفية استخدام الكتلة.



كتلة رجل الفضاء هى ٦٠ كجم (والتى تم تحديدها بواسطة ميزان وكتل عيارية) ، وكتلة الأرض هى ٥,٩٨ x $١٠^{٢٤}$ كجم ونصف قطرها ٦,٣٧ x $١٠^{٦}$ متر، وباستخدام هذه القيم فى معادلة نيوتن نجد أن الوزن يساوى :

الوزن = $ق_{ج}$ = ٥٩٠ نيوتن = ١٣٢ رطل.

والآن ما هو وزنه علي القمر ؟ استخدم نفس الطريقة ولكن هذه المرة بوضع كتلة القمر = $٧,٣٤ \times ١٠^{٢٢}$ كجم ونصف قطره = $١,٧٤ \times ١٠^{٦}$ متر

الوزن = ٩٧ نيوتن = ٢١,٨ رطل.

وحتى مصارع السومو سيزن ٥٠ رطلاً فقط.



الكتلة، بالرغم من أنه لا يوجد شك حولها، إلا أن مبدئها مليء بالحيل. ومن قبل أينشتين لم يكن فقط من الصعب فهمها ولكن أيضاً كانت غامضة بفظاعة. وإذا فكرنا في هذه الخاصية للأجسام التي تجعلها تنجذب ناحية أجسام أخرى تبعاً لقانون الجذب لنيوتن:

$$\text{ق (قوة)} = \text{ج} \; \frac{\text{ك}_{١}\,\text{ك}_{٢}}{\text{ف}^{٢}} \quad \text{(كتلة التجاذب)}$$



بعد ذلك ، فكر فى خاصية الجسم التى تجعله يقاوم التغييرات فى سرعته كما فى قانون نيوتن الثانى للحركة

ق (قوة) = ك (كتلة القصور الذاتى) x جـ (العجلة)

أو جـ = $\frac{\text{ق (قوة)}}{\text{ك (كتلة)}}$

وبالطبع إذا كانت الكتلة الهامدة كبيرة فإن العجلة تكون صغيرة.

والآن هل يوجد اختلاف بين هاتين الكميتين،

كتلة التجاذب وكتلة القصور الذاتى ؟

لقد أربكنا نيوتن.



ألبرت أينشتين، منقذ الفيزياء التقليدية

تم ترك عدم التوافقات في الفيزياء التقليدية لرجل واحد فقط ليقوم بتوضيحها ألا وهو ألبرت أينشتين. وقد قرر علماء العصر الفيكتوري العظام أنه لم يتبق سوى مشاكل تافهة، لكن أينشتين سار في اتجاه ليقلب فيزياء نيوتن رأساً على عقب. وإذا تخيلنا أن البناء النظري الذي وضعه نيوتن عبارة عن بيت مصنوع من بعض الكروت الورقية. ففي الواقع قام أينشتين بإزالة ثلاث من هذه الكروت فقط. وما حدث فقط هو أنهم كانوا في أساس هذا التكوين.



ولافتراض ثبات سرعة الضوء كان على أينشتين أن يثبت أنه ليس بمكان أي شيء أن يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الضوء والتي قال عنها أينشتين أنها ثابتة. وقد أسمى أينشتين هذا العمل بالنظرية النسبية الخاصة.

كانت أول أبحاث أينشتين عن الديناميكا الكهربية واهتمت بالإشارات الضوئية والساعات المتحركة. ولكنه بعد فترة وجيزة بدأ ينزعج بخصوص الجاذبية وأربكته خاصيتها المحيرة التي تسمى بالتأثير عن بعد.

ووفقاً لنيوتن، إذا اختفت الشمس فجأة عند لحظة ما فسيختفي أيضاً مجالها عند الأرض فجأة والتي تبعد عنها ملايين الأميال. ولكن الضوء القادم من الشمس وبسرعته المحدودة يستمر في السير تجاه الأرض ولمدة ثماني دقائق بعد ذلك. وقد أربك ذلك أينشتين مثلما فعل مبدأ الكتلة.



بالنسبة لأينشتين كانت هذه الملاحظات عبارة عن تناقضات انزعج منها عبر سنين، وكان يعرف بصفته شاباً أن إرادة الله وراء كل هذه التفاصيل.

وبدأ أينشتين المنزعج يأخذ فى اعتباره احتمال وجود طريقة أخرى لتفسير الجاذبية، والتى ربما لا تكون قوة على الإطلاق. وحيث أن حركة الأجسام التى تسقط سقوطاً حراً لا تعتمد على كتلة أو تركيب هذه الأجسام (كما اكتشف جاليليو فى القرن الخامس عشر) فإن الجاذبية ربما تكون راجعة لخواص معينة للوسط الذى تسقط ف[illegible] أو [illegible]راغ نفسه.

وبواسطة العديد من الخطوات الخاصة والإبداعية استنتج [illegible]ـين أن الفضاء ليس مستوياً ولكنه مُنحنٍ وهذه الانحناءات تنتج عن وجود الكتل فى الكون. وكنتيجة مباشرة فإن الأجسام التى تسِير فى الفضاء المنحنى لا تتبع خطوطاً مستقيمة ولكنها بدلاً من ذلك تتبع مسارات أقل مقاومة عبر خطوط الكنتور للفضاء المنحنى، وتسمى هذه المسارات جيودسيك geodesics . وإذا كان هذا صحيحاً فلا توجد حاجة لقوى الجذب التى تنتقل لحظياً ولا حتى من الضرورى تفسير التطابق الشاذ بين كتلتى الجذب والقصور الذاتى.

وقد قام أينشتين بإنقاذ الفيزياء التقليدية وإكمال ما قام به جاليليو ونيوتن وجيمس كلرك ماكسويل (١٨٣١ - ٧٩).



أينشتين وهوكنج

لقد أتت معظم الأعمال العظيمة في الفيزياء نتيجة ربط البديهة الفيزيائية الخارجة مع المهارات الرياضية ، وتعتبر الأولى أهم بكثير من الثانية.

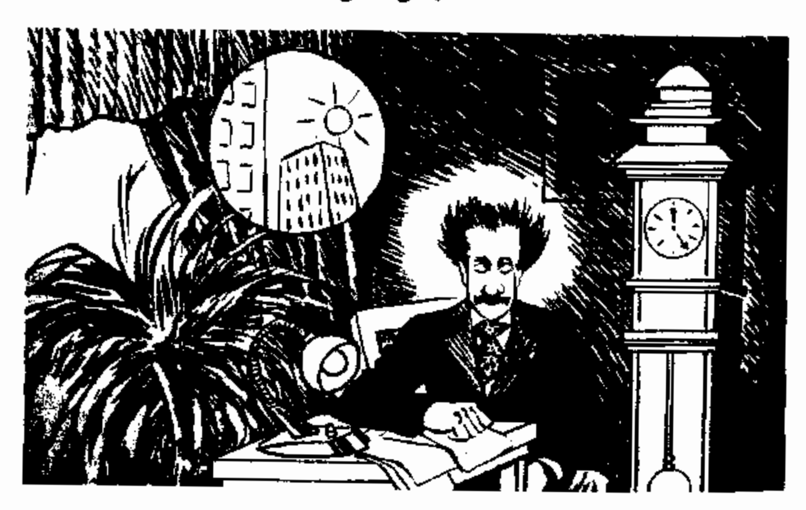
لم يكن كلٌ من أينشتين وهوكنج عالمَ رياضيات فقط ولكنهما قاما بتعلم الرياضيات التي تمكنهما من دراسة الفيزياء ووضع صيغ لأفكارهما في أفضل صورة ممكنة. قام أينشتين بالاستعانة بصديقه مارسل جروسمان لتعلم طرق هندسة ريمان من أجل معالجة الفضاء المنحني. أما هوكنج المتلهف لحل أسرار الثقوب السوداء فقد سأل روجر بنروز من أجل تعلم الطرق الطبولوجية الجديدة لنظرية الانفرادية Signularity theory . وقد كان لكليهما القدرة على التقاط الحلول لمعظم المشاكل الشيقة.

وقد كانت فكرة أينشتين عن الفضاء المنحني على قدر من العقلانية ولكنه لم يعرف كيفية صياغة هذا التصور الجديد. لذلك فقد بدأ أينشتين بالحلم تماماً كما فعل في نظرية النسبية الخاصة.

وكان عليه أن يحول الأفكار النوعية التخطيطية إلى مجموعة من المعادلات التي تعطي الكمية الدقيقة لمقدار الانحناء الناتج عن مقدار كتلة معين. وهذا التطور يعتبر أحد أكثر الأمثلة الإبداعية التي تعتمد على قوى التفكير المجرد. وقد أطلق أينشتين على هذه الفكرة التي جعلته يبدأ في هذا المجال :



أسعد فكرة في حياتي ... !



أسعد فكرة لأينشتين

عندما كنت جالساً في مكتب براءة الاختراع في برن (١٩٠٧) ورد على ذهني فكرة مفاجئة، إذا سقط شخص ما سقوطاً حراً فلن يشعر بوزنه. لقد كنت مروعاً في وقتها وجاءت هذه الفكرة بانطباع عميق لديّ ودفعتني لنظرية جديدة للجاذبية، وكانت هذه هي أسعد فكرة في حياتي.

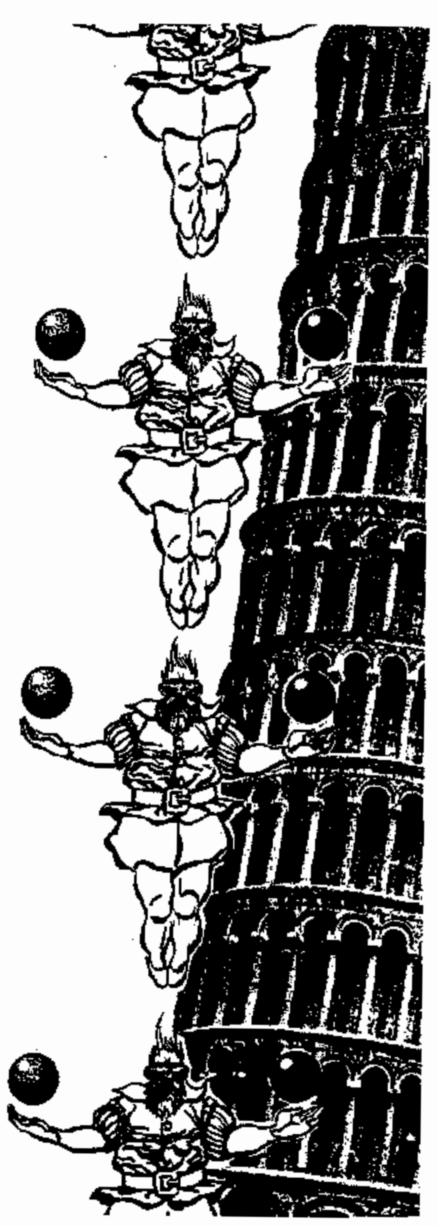
وقد كنت مصدقاً بأنه إذا سقط شخص سقوطاً حراً فإنه لن يشعر بأي مجال للجذب. وإذا قام هذا الشخص بإسقاط جسم آخر (مثل كرة المدفعية) فإنه سيظل في حالة سكون أو حركة منتظمة بالنسبة له بغض النظر عن طبيعته الكيميائية أو الفيزيائية. (وبالطبع يأتي هذا بعد تجاهل مقاومة الهواء).

وبالطبع هذا الشخص له الحرية الكاملة لوصف حالته بأنه في حالة سكون أو حركة منتظمة ...



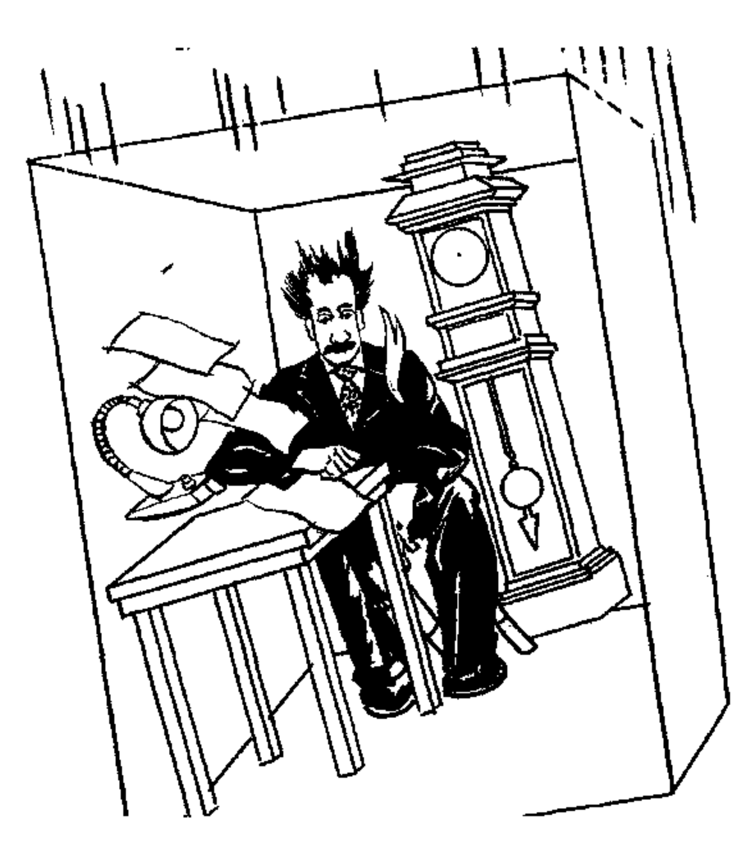
ثم أكمل قائلاً ...

وبسبب هذه الفكرة، فإن القانون التجريبى الغريب الذى ينص على أنه فى مجال الجاذبية تسقط كل الأجسام بنفس العجلة (وهى طريقة أخرى للقول بأن كتلة الجذب هى نفسها كتلة القصور الذاتى) قد حظى فجأة بمعنى فيزيائى عميق. وإذا وجد جسماً واحداً فقط يسقط بعجلة مختلفة عن عجلة سقوط الأجسام الأخرى، فبمساعدة هذا الجسم يمكن للأجسام الأخرى أن تتحقق من كونها تسقط فى مجال للجذب. أما إذا لم يوجد مثل هذا الجسم فإن الشخص الذى يسقط سوف يفتقر لأى وسيلة يمكنه بها التحقق من سقوطه فى مجال جاذبية. وقد أكدت كل الدراسات منذ أيام جاليليو بدقة تامة أن كل الأجسام تسقط بنفس العجلة. لذلك فإن هذا الشخص له كل الحق لأن يعتبر أنه فى حالة سكون وأن البيئة المحيطة به خالية من أى مجال للجذب. لذلك فإن الحقيقة التى توضح عدم اعتماد عجلة السقوط على نوعية المادة المكونة للجسم تعتبر مبدأ قوياً لتطبيق فروض النسبية على أنظمة المحاور التى تتحرك حركة غير منتظمة.



وقد اعتقد أينشتين أن عدم إحساس الشخص الذى يسقط سقوطاً حراً بوزنه يبدو أكثر بساطة. وبناءاً على هذا فقد قام بإزالة كل سقطات التفكير وعدم التوافق فى نظرية نيوتن التى يمكن أن تسمح بها بديهته وقوانين الفيزياء. وقد قام بنقل هذه الفكرة البسيطة للسقوط الحر إلى معمل صغير لا توجد فيه جاذبية. وعند ذلك استطاع أن يحلل تأثير الجاذبية على بعض الظواهر مثل انثناء شعاع الضوء أو تبطئ الساعة ببساطة عن طريق تبديل مجال الجاذبية بمحاكاة حركة معجلة.

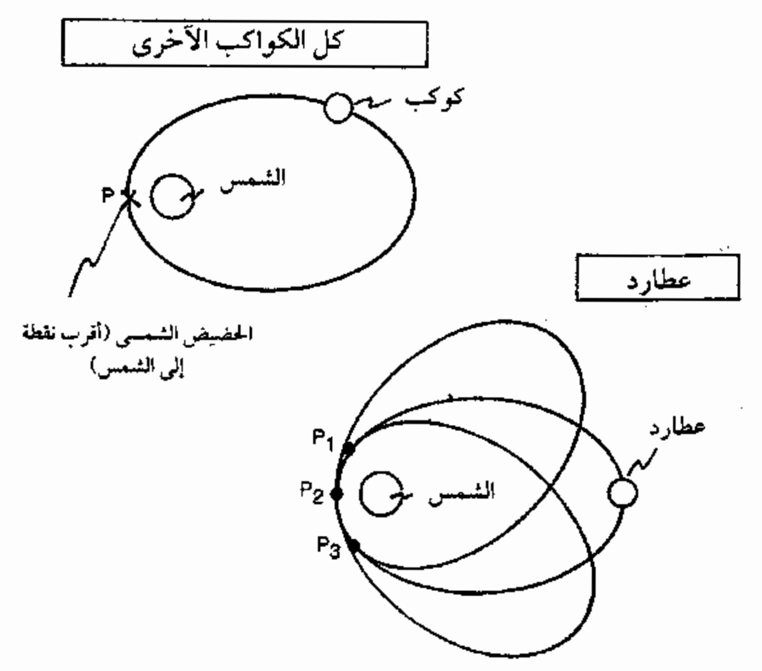
وبهذه البساطة استطاع أينشتين أن يستبدل الجاذبية بالعجلة واكتشف بذلك مبدأ التساوى.



ويستطيع أينشتين عند هذه النقطة أن يستخدم مبدأ النسبية (وهو ينص على أن القوانين الفيزيائية لا تعتمد على نظام المحاور) لاختبار قوانينه الجديدة عن انحناء الفضاء. ولديه أيضاً مبدأ التساوي (الجاذبية تساوي العجلة) ليبدأ من خلاله بالإضافة إلى بعض المعلومات التجريبية المفيدة.

الحضيض الشمسي لعطارد : من المشكلة إلى الحل

نعود الآن إلى العلماء في عصر نيوتن، حيث إنهم لم ينزعجوا من عدم التوافق في مدار عطارد والذي لم يكن يعود إلى نقطة البداية في كل دورة. وفي أيام أينشتين كان علماء الفلك أكثر من منزعجين، فقد كانوا بحاجة إلى توضيح. وقد تم قياس عدم التوافق هذا بدقة عالية ليعطي ٤٣ ثانية بالتقدير الدائري. ويستطيع أينشتين الآن أن يستخدم نتائج الحضيض الشمسي لاختبار قانون الانحناء.



الحضيض الشمسي لعطارد يتقدم ٤٣ ثانية بالتقدير الدائري كل قرن

العثور على المعادلة الصحيحة

قام أينشتين باستخدام المبادئ الثلاثة لاختبار معادلاته ... وهذه المبادئ هي :



وهذه المعادلات أيضاً تنبأت بانحراف مقداره ٧ , ١ بالتقدير الدائرى للضوء الذى يمر بجانب حافة الشمس، وهكذا حققت تنبؤه عن التأخير فى الزمن أو التواء الزمن.

وقد قدم أينشتين الصورة النهائية لقانون النسبية العامة للانحناء فى الفضاء والالتواء فى الزمن للأكاديمية البروسية فى الخامس والعشرين من نوفمبر عام ١٩١٥.

بعد ذلك جلس ليكتب خطاباً إلى صديق حميم، وهو عالم الفيزياء الألمانى بول إيرنفست.



معادلات المجال : ماذا تعني ؟

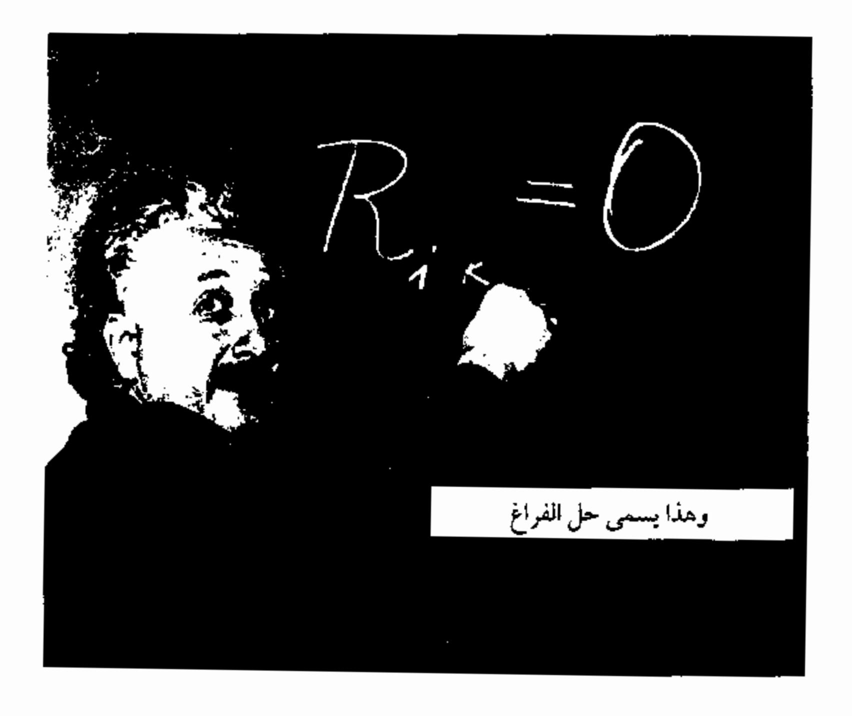
قام الأستاذ البالغ من العمر ٣٦ عاماً بوضع معادلات رياضية أعطت تفاصيل العلاقة بين انحناء الفضاء وتوزيع الكتلة في الكون. وقد وجد أينشتين أن المادة تخبر الفضاء كيف ينحنى ثم يقوم الفضاء بإخبار المادة بكيفية تحركها ـ وهذه طريقة جديدة لوصف الجذب ، بدون قوى. ولكي يتمكن المرء من التحول بين هذين التصورين للجذب فعليه أن يقوم بقفزة عقلية.



وهذه المعادلات الخارقة تحتوى على توضيح انتقال الحضيض الشمسى لعطارد ودرجة انحناء ضوء النجوم ووجود موجات الجذب والمعلومات عن التفرد فى الفراغ والزمن ووصف تكوين النجوم النيوترونية والثقوب السوداء وحتى التنبؤ بتمدد الكون. هذه هى الأخبار الحسنة.

أما الأخبار السيئة فهى أن الرياضيات صعبة جداً، فهناك عشرون معادلة آنية فى عشر كميات مجهولة. وهذه المعادلات يستحيل حلها فيما عدا بعض الحالات الخاصة حيث تقدم اعتبارات التماثل أو الطاقة اختصارات لهذه المعادلات فى صورة أبسط.

وإذا تجاهلنا الثابت الكونى لامدا وأخذنا فى اعتبارنا الفضاء الحر حيث إن مؤتر الكتلة يساوى صفراً فإن هذه المعادلات تأخذ الصورة البسيطة ...

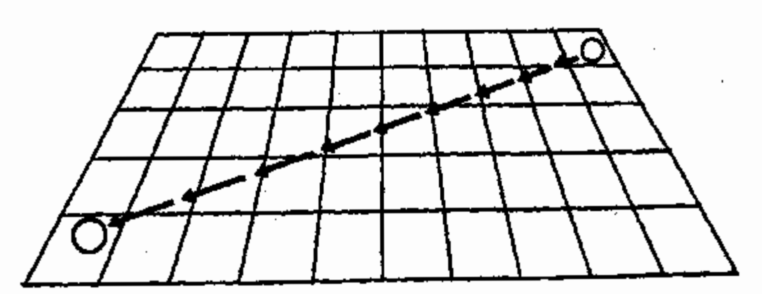


وهذه المعادلات أخذت شهرة واسعة عن طريق تصوير أينشتين وهو يكتبها أثناء إلقائه محاضرات عن نظريته فى العشرينات من القرن العشرين ، وهى تبدو سهلة !

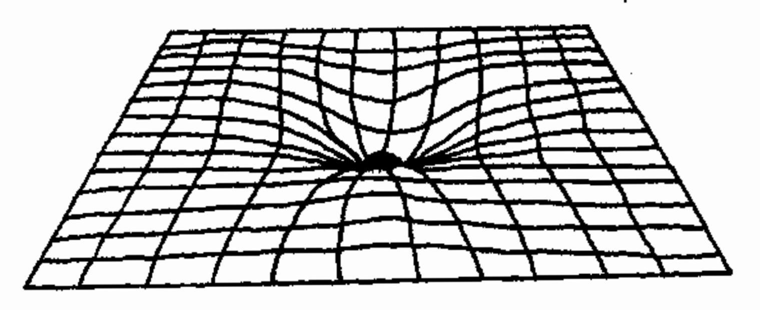
توضيح الفضاء المنحنى : نموذج الرقيقة المطاطية

تعتبر نظرية الجذب التى وضعها أينشتين غير عادية تماماً عندما تتم مقارنتها بنظريات المجال الأخرى مثل الكهربية أو المغناطيسية. حيث إن وصف حركة الأجسام تبنى على معادلات المجال (كيفية انحناء الفضاء والوقت). ومن الممكن فهم ذلك من خلال نموذج بسيط يسمى الرقيقة المطاطية.

فإذا أخذنا في اعتبارنا لوحة بلياردو تم استبدال ألواحها العلوية برقيقة مشدودة من المطاط القابلة للشد. وإذا تدحرج جسم خفيف مثل كرة تنس الطاولة على هذه اللوحة فإنه يسير فى خط مستقيم نوعاً ما. وهذا يماثل الفضاء المستوى ويعبر مسار كرة تنس الطاولة عن الحركة في خط مستقيم التى وضعتها النسبية الخاصة.

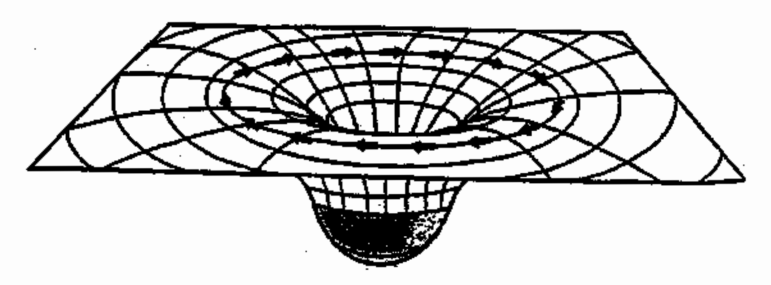


أما عند وضع كرة بلياردو ثقيلة عند مركز هذا اللوح فإنها تجعله ينحنى مكوناً انخفاضاً عند مركزه. هذا النموذج الآن يحاكي انحناء الفضاء بالقرب من الكتلة المركزية الذى تم وصفه بواسطة النسبية العامة.

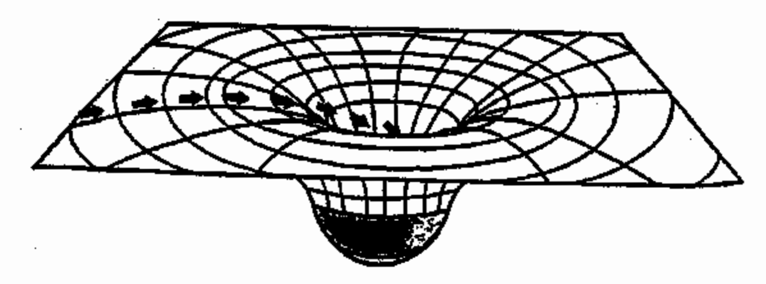


وأبسط حالة من حالات الحركة (غير الخط المستقيم) هي عندما يجذب هذا الانخفاض أي جسم متحرك ليكون مداراً دائرياً، لاحظ أن هذا لا يحتاج إلى أي قوى طرد مركزي للحفاظ على مدار الجسم كما في تصور نيوتن.

ويفضل الجسم دائماً الحركة في خط مستقيم ولكن إنحناء الفضاء يجعله يتحرك في دائرة حول مركز ما. وهو ببساطة يتحرك في مسار أقل مقاومة في هذا الفضاء المنحني. وهذا هو تمثيل النظرية العامة للنسبية لكيفية أسْر الكواكب في مدارات حول الشمس.



أما إذا كان الجسم يتحرك في خط مستقيم باتجاه الشمس ، فإنه يسقط متسارعاً نحو المركز الجاذب، وهذا هو تمثيل تصادم النيازك مع الشمس أو الأرض.



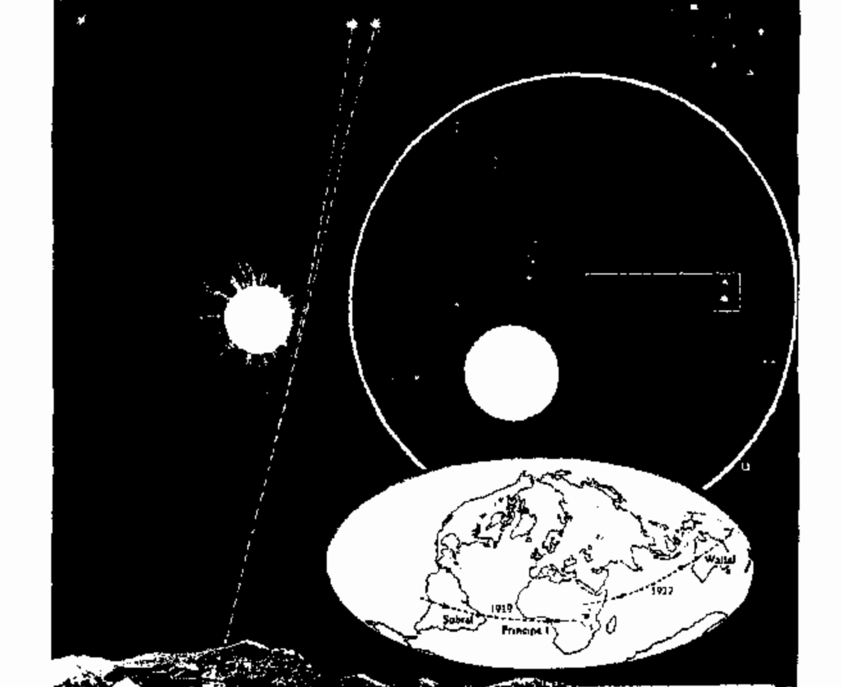
بمساعدة هذه الأشكال من الممكن تصور الاختلاف التام والواضح بين نيوتن وأينشتين، فقد قام أينشتين بإبدال قوة الجذب بالفضاء المنحنى.

وعندما تم نشر هذه النظرية قوبلت بكثير من الشكوك التي تحتاج لأدلة أكثر.

انثناء ضوء النجم : كسوف ٢٩ مايو ١٩١٩

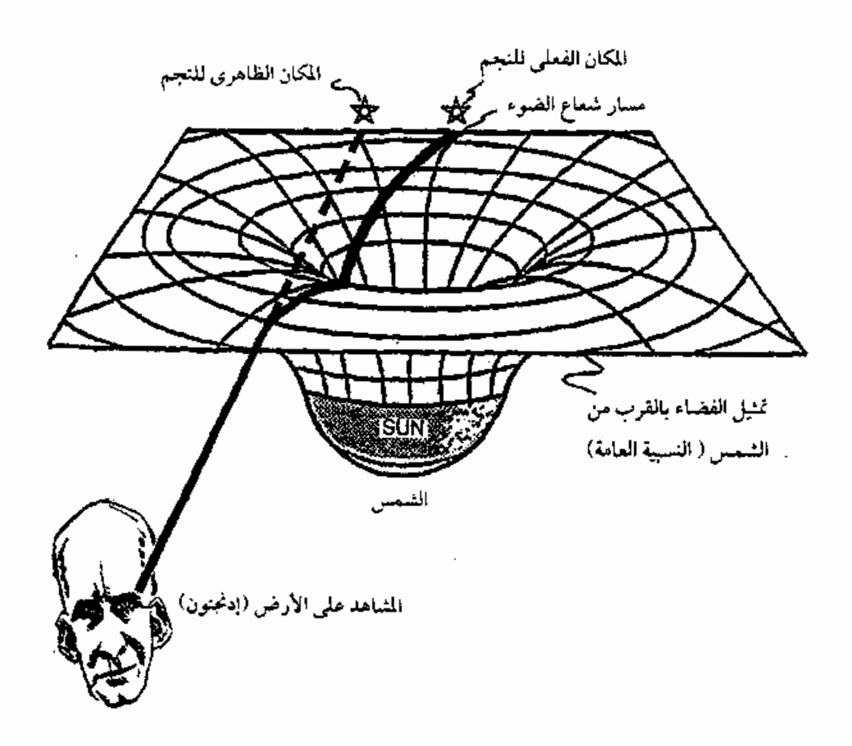
بعد أربعة أعوام كان الوسط العلمي يترقب البرهان التجريبي الذى اقترحه أينشتين فى بحثه الأساسى، ألا وهو انثناء ضوء النجم أثناء كسوف الشمس. وقد تنبأت النظرية بأن ضوء النجم الذى يمر بجوار حافة الشمس يعانى من إثناء عن مساره الأصلى بمقدار ١,٧ ثوانى بالتقدير الدائرى. وكان هذا هو أول اختبار حقيقى للنظرية.

ضوء النجم ينثنى بواسطة جذب الشمس : نظرية أينشتين



كانت الشروط المثلى لمثل هذه التجربة متحققة في الكسوف الكلي للشمس يوم ٢٩مايو ١٩١٩ . وقد قاد عالم الفلك الإنجليزي آرثر ستانلي إدنجتون (١٨٨٢ ـ ١٩٤٤) بعثة إلى جزيرة «برينسيب» بالقرب من سواحل أفريقيا لتصوير هذا الكسوف.

وقد وجد إدنجتون أن أشعة الضوء التي خرجت من النجم قبل آلاف السنوات وعانت من انثناء بواسطة الفضاء المنحني قرب الشمس قبل ثمان دقائق من مرورها عبر عدساته قد وصلت إلى الألواح الفوتوغرافية تماماً مثلما قال أينشتين. الآن اكتملت واحدة من أكثر التجارب ملاحظة في تاريخ العلم.



وقد جعل تمثيل الرقيقة المطاطية ثنائية الأبعاد لإزاحة النجم هذا التفسير أكثر بساطة.

تم عرض نتاج بعثة الكسوف بواسطة عالم الفلك فى الجمعية الملكية فى ٦ نوفمبر ١٩١٩ وأصبح أينشتين فجأة بطلاً دولياً. وقد اقترحت مانشتات جريدة نيويورك تايمز أن هناك كوناً جديداً قد تم اكتشافه ... وفى هذه المرة لم يكن تعليق الأخبار مبالغاً فيه.

وقد لازم الإرهاق من الحرب هذا العالم الشاذ الذى جلس فى برن مع قلمه ولفافة ورق يتأمل التخطيط العظيم الذى وضعه الله لهذا الكون بأكمله.



وقد وصف الكثير من النقاد هذه النتائج بأنها غير حاسمة وخاصة أن احتمالية الخطأ في قياسات النجم كانت كبيرة جداً ... لذلك فقد استمرت الشكوك.

حل معادلات أينشتين : نقطة البداية لأبحاث هوكنج

لقد ظهرت العديد من الحلول لمعادلات المجال التي وضعها أينشتين في الفترة ما بين نشر النظرية وحتى انتهاء الحرب العالمية الثانية. وهذه الحلول كانت هي أساسيات أبحاث هوكنج.



(١) هندسة سكوارز تشيلد

فى عام ١٩١٥ أرسل عالم الرياضيات كارل سكوارزتشيلد بحثاً إلى أينشتين والذى قام فيه باستخدام طرق التحليل الرياضي لإيجاد حل تام لمعادلات أينشتين لأى جسم كروى مثل النجم. ولقد مثل هذا الحل كيداً لأينشتين وذلك لأنه استطاع فقط إيجاد حل تقريبي لمعادلاته واعتقد أن مثل هذا الحل التام لايمكن وجوده أبداً. وقد كان حل سكوارز تشيلد إنجازاً كبيراً وذلك بسبب المعالجة الفنية البارعة التى استخدمها فى حل عشر معادلات تحتوى على عشرين كمية وينتج عنها المئات من الحدود. ولم تكن هذه المعادلات معادلات جبرية بسيطة ولكنها أخذت صوراً متعددة مثل معادلات الدرجة الثانية والمعادلات الغير خطية ومعادلات تفاضلية جزئية وهى كلها عبارة عن هلاك بالنسبة لكل طلاب الفيزياء.



وتستخدم الآن غرفة مليئة بالحاسبات لإيجاد مثل هذه الحلول ولكن سكوارزتشيلد قام بإيجاد أول حل مستخدماً القلم والورق فقط.

نصف القطر الحرج

أوضحت رياضيات سكوارزتشيلد كيفية تغير انحناء الفضاء حول أي جسم له أي كتلة كدالة في المسافة من مركزه (أي على امتداد نصف قطره). وقد أدت نتائجه إلى ظهور نوع غريب جداً من الهندسة. وكان يبدو أن هناك نقطة حرجة يكون الانحناء قوياً جداً لدرجة أن المادة لا تستطيع أن تهرب منه. وتعرف هذه النقطة الآن باسم نصف قطر سكوارزتشيلد وتعتمد فقط على كتلة الجسم وتعطى على الصورة :

$$\text{نق} = \frac{2\,\text{ج}\,\text{ك}}{\text{س}^2}$$ (نصف قطر سكوارزتشيلد)

(حيث ج هو ثابت الجذب العام، س هي سرعة الضوء)

ولم تَلْقَ هذه النقطة الحرجة اهتماماً في ذلك الوقت حيث إنه لا توجد أي طريقة لتصور ما بداخل النجوم. ولكن كانت هناك توقعات لما يمكن حدوثه إذا وجد كوكباً أو نجماً يحقق هذه المعادلة. عند هذه اللحظة ستكون قوى الجذب كبيرة جداً لدرجة أنها ستؤدى إلى انهيار هذا الجسم بدون توقف، ولن يكون هناك شيء قادراً على مقاومة هذا الجذب الذاتي الناتج عن الانحناء القوى في الفضاء. وهذا يعنى أن كل المادة ستنضغط في نقطة انفرادية ـ أي نقطة واحدة منفردة عند المركز.

عند هذه النقطة سيكون حجم كوكب مثل الأرض مساوية لحجم حبة البازلاء أو حجم نجم من الشمس سيكون عبارة عن كرة قطرها ٣ كم فقط. وقد قوبلت هذه الحسابات بالسخرية ولم تَلْقَ أي اهتمام وخاصة من أينشتين.



(٢) فريدمان : الكون المتمدد

وبعد مرور العديد من السنوات بعد سكوارزتشيلد ظهر حل آخر مثير للجدل لمعادلات أينشتين. ففي عام ١٩٢٢ وضع الروسي ألكسندر فريدمان فرضاً تبسيطياً بأن الكون مملوء بانتظام بطبقة رقيقة من المادة. (وقد وضحت القياسات الحديثة صحة هذا الفرض بغض النظر عن تكون النجوم والمجرات).

وقد أوضحت حسابات فريدمان أن النسبية العامة تتنبأ بعدم اتزان الكون، أي أن أي مقدار صغير من التشويش يجعل الكون يتمدد أو ينكمش.

وقد قام بتصحيح خطأ في بحث أينشتين لعام ١٩١٧ في علم الكونيات ليصل إلى هذه النتيجة. (وبالطبع لم يعجب أينشتين بهذا التنبؤ).

وبالعودة إلى الحد الصناعي الذي وضعه أينشتين في معادلاته وهو الثابت الكوني لامدا نجد أنه وضعه «ليوقف تمدد الكون». وقد أخبره علماء الفلك في ذلك الوقت أن الكون مستقر لذلك فقد وضع هذا الثابت ليجعل النظرية متلائمة مع الواقع. بعد ذلك وصف أينشتين هذا الثابت الكوني بأنه أكبر خطأ في حياته.

وقد أسقط فريدمان هذا الثابت من المعادلات ليحصل على الكون المتمدد والذي لم يعجب أينشتين بالطبع. وكان هذا حلاً آخر لمعادلاته الذي قابله بسخرية.



ويمكن تلخيص تنبؤات فريدمان عن تمدد الكون إذا أخذنا في اعتبارنا ثلاث قيم مختلفة لكتلة الكون بدلالة نسبة Ω (أوميجا).

- كثافة مادة الكون أكبر من قيمة حرجة :

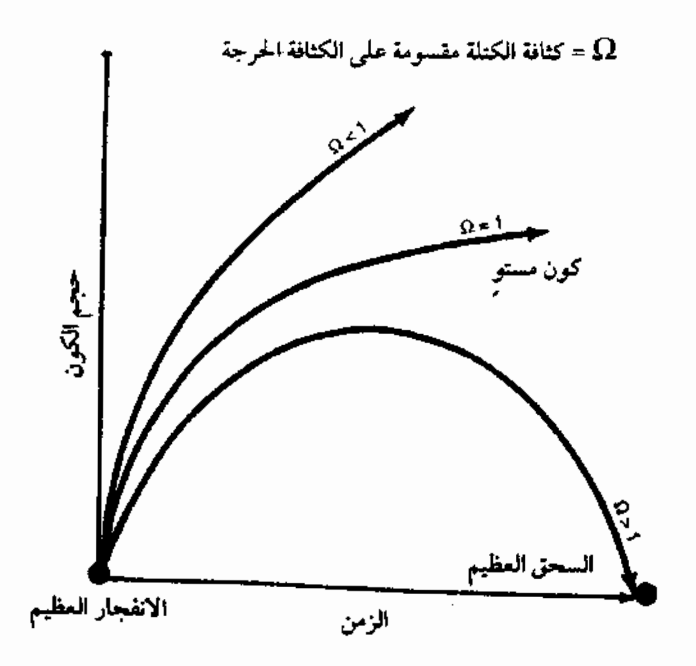
في هذه الحالة يكون معدل التمدد بطيئاً بدرجة كافية وكذلك تكون الكتلة كبيرة بدرجة كافية لإيقاف التمدد وعكسه. وعند ذلك سيحدث سحق عظيم للكون حيث ستنجذب كل المادة في الكون إلى نقطة واحدة · Ω < ١.

- كثافة مادة الكون أقل من قيمة حرجة :

عند ذلك سيكون معدل التمدد أكبر بكثير ولن تستطيع الجاذبية إيقافه ولكنها تقوم بتقليل معدله إلى حد ما. Ω > ١.

- كثافة مادة الكون مساويه لقيمة حرجة :

في هذه الحالة يتمدد الكون بمعدل سريع درجة كافية لعدم انهياره. حيث تتناقص السرعة التي تبتعد بها المجرات عن بعضها تدريجياً ولكن دون توقف هذا الابتعاد · Ω = ١.



مؤسس الانفجار العظيم : هدف "لامتر" الأساسي

كان عالم الكونيات البلجيكي آبي جورج لامتر (١٨٩٤ - ١٩٦٦) هو أول من استخدم الحلول التي وجدها فريدمان لوضع صيغة لنموذج بداية الكون والذي أسماه الذرة الأساسية أو البيضة الكونية.



وقد كان لامتير خيالياً حيث إنه سبق غيره في نقطتين ، الأولى هي أنه وضع كيفية التأكد من تمدد الكون عن طريق ملاحظة انحرافات الخطوط الحمراء في طيف المجرات. أما الثانية فهي اقتراحه بأنه من الممكن اكتشاف الإشعاع المتبقي من الذرة الأساسية. وقد أدت هاتان الفكرتان إلى شيوع فكرة الانفجار العظيم في آخر عقدين من القرن العشرين.

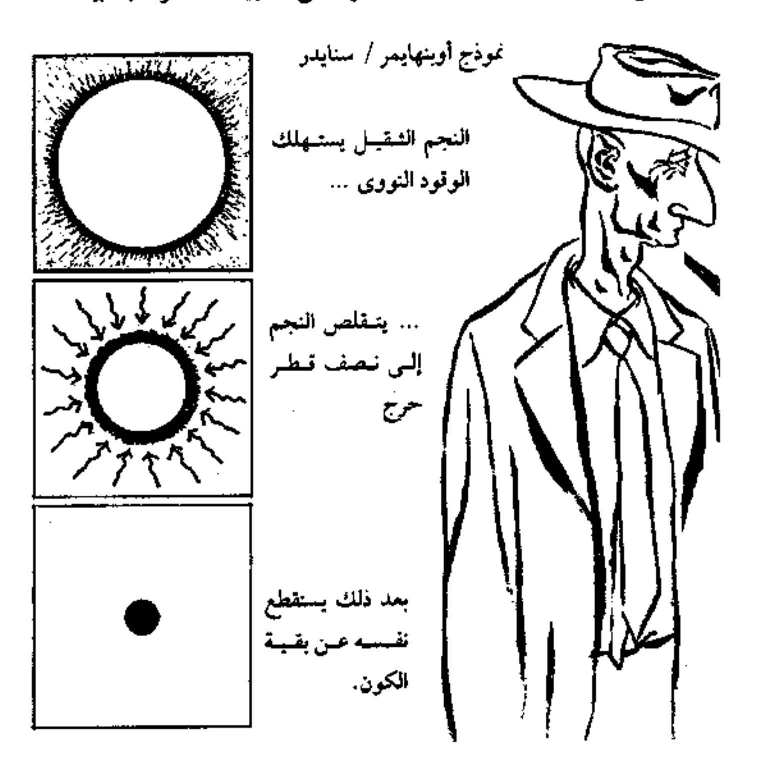
وبحلول عام ١٩٢٩ قام عالم الفلك إدوين هابل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) باستخدام تلسكوب هوكر في مرصد قمة ويلسون في كاليفورنيا لاكتشاف المجرات، وتأكيد حقيقة أن الكون يتمدد. ولم يكن يعرف شيئاً عن نسبية أينشتين أو علم الكونيات الذي وضعه لامتر.

وفى النهاية قام لامتر باحتجاز أينشتين وهابل لإلقاء محاضرة عن النموذج الذى وضعه للكون.



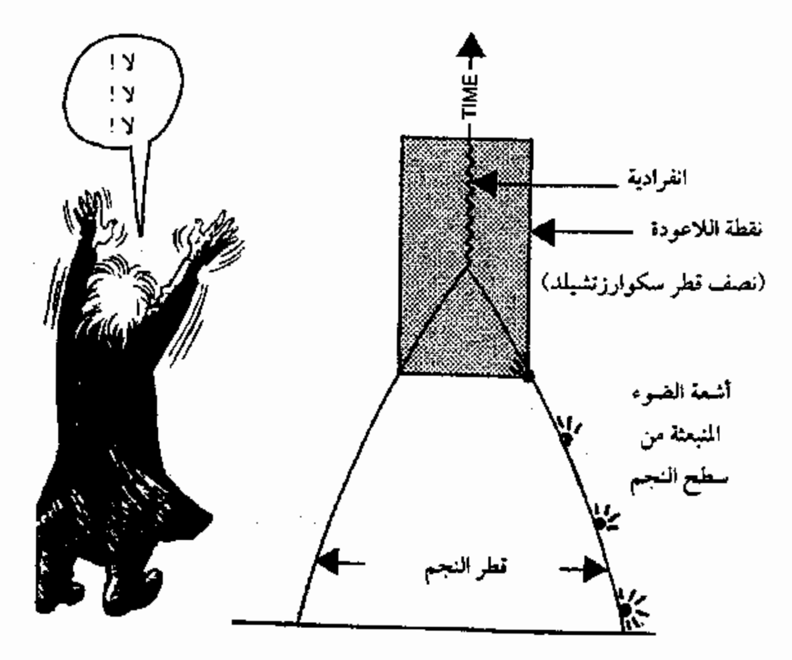
(٣) أوبنهايمر : فى الانهيار المستمر للجاذبية

تم نشر الحل الثالث لمعادلات أينشتين (وهو هام بالنسبة لعلوم الكون الحديثة وستيفن هوكنج على وجه الخصوص) بواسطة عالم الفيزياء الأمريكى روبرت أوبنهايمر (١٩٠٤-١٩٦٧) وأحد تلاميذه هارتلاند سنايدر فى عام ١٩٣٩ . وقد قاموا بدراسة هندسة سكوارزتشيلد بغض النظر عن نقد أينشتين وإدنجتون والعلماء الآخرين. وكان البحث المنشور فى مجلة Physical Review معنوناً «فى الانهيار المستمر للجاذبية».



ربما تحترق النجوم وتبدأ فى الانهيار بفعل الانكماش الناتج عن الجاذبية. وفى نموذج النجم الكروى المتكمش من الممكن أن تحدث ظاهره الانضغاط والتى يمكنها أن تجلب النجم إلى نصف القطر الحرج. وفى هذه الحالة من الممكن أن يحدث انهيار مفاجئ للنجم المتكمش.

ـ من الممكن أن يكون انحناء الفضاء قوياً جداً لدرجة أن الضوء المنبعث من النجم ينثنى إلى داخل النجم حاجباً بذلك كل الأحداث عن المشاهد الخارجى.
ـ أشعة الضوء عند سطح النجم من الممكن أن تتم إزاحتها بطريقة لا نهائية باتجاه اللون الأحمر، وهذا يعنى أن الضوء لا يحمل أى طاقة.
ـ من الممكن أن تحدث ظاهرة «الحدوث فى اتجاه واحد» أى أن الأجسام والإشعاع ... إلخ من الممكن أن تدخل النجم ولكنها لا تستطيع الخروج منه.
ـ ومن الممكن أن تتكون نقطة انفرادية فى النهاية عند مركز النجم. وفى هذه الحالة تكون كل ظواهر الفيزياء متحققة بالنسبة لمشاهد يسقط فى اتجاه سطح النجم.



ومرة أخرى رفض أينشتين الفكرة، وقد سخر من نتائج أوبنهايمر بشدة. وقد رفض حتى فكرة أن النسبية يمكن أن تقوم بوصف النجوم المنهارة والتى لم تصل إلى النقطة الحرجة (وهى تسمى بـ نجوم النيترون) وذلك بغض النظر عن التنبؤات التى وجدها فريتز زويكى (١٨٩٨-١٩٧٤) فى «كالتتش» ولين لانداو (١٩٠٨-١٩٦٨) فى موسكو.

١ سبتمبر ١٩٣٩

- تاريخ نشر عدد مجلة Physical Review الذى يحتوى على مقالة لأوبنهايمر (وسنايدر) لوصف انهيار النجم الجذبى.



كان اكتشاف الانشطار النووى بواسطة الألمانيين أوتوهان (١٨٧٩-١٩٦٨) وفريتز ستراسمان (المولود ١٩٠٢) يمثل نذيراً للفيزيائيين والسياسيين بأن الألمان على وشك إنتاج قنبلة ذرية ليستخدموها فى عملية تحويل العالم إلى امبراطورية نازية عن طريق الحكم الألمانى باستخدام تهديد التدمير النووى.

وهكذا من السهل أن نتوقع سبب توقف علم الكونيات. والتأمل فى ألغاز الكون الفيزيائية فى مثل هذه الظروف الصعبة للأزمات السياسية كان بمثابة ترف لم يقدمه العالم الحر.



هذا بالإضافة إلى أن مؤسس النسبية العامة رفض كل التنبؤات الجذرية لعلم الكونيات المبنية على معادلاته والتى قدمها سكوارزتشيلد وفريدمان وأوبنهايمر. وقد انقضت بعد ذلك عشرون عاماً حتى إعادة استئناف هذا العمل وتم إدراك منافع هذه الحلول.

١٩٤٢ ... نقطة تحول فى هذه القصة

فى عام ١٩٤٢ بدأ علماء الفيزياء التركيز على مشروعات عملية إلى حد بعيد. وقد رحل أوبنهايمر عن المناخ العلمى فى بيركلى إلى المناطق الفاصلة فى لوس ألاموس ومشروع مانهاتن. وقد توصل الإيطالى إنريكو فيرمى هو وفريقه البحثى إلى أول تفاعل نووى متسلسل تحت التحكم فى ديسمبر عام ١٩٤٢. وفى بداية نفس العام فى ٨ يناير ولد ستيفن وليام هوكنج فى أوكسفورد . وكانت والدته قد ارتحلت لتوها من لندن لتجنب الغارات الليلية الألمانية.



وقد تم التوقف عن البحث فى النجوم المنهارة لمدة عشرين عاماً، وكانت تلك الفترة كافية ليكبر فيها هوكنج إلى سن النضج ويكمل دراسته فى أوكسفورد ويقوم بالتسجيل فى الدراسات العليا فى جامعة كيمبردج.

وفاة أينشتين

توفي البرت إينشتين في ١٨ ابريل ١٩٥٥ في برنستون (مدينة صغيرة في ولاية نيوجيرسي في الولايات المتحدة الأمريكية). وقد أوصى أن يحرق جسده لكي لا يؤلهه أحد. وبغض النظر عن وصيته قام بعض الأطباء عديمي الأخلاق بإجراء تشريح غير ضروري لجثته واستأصلوا عينيه ومخه في جريمة غادرة للتعدي على حرمة جسده.

وقد ترك أينشتين أوربا وارتحل إلى أمريكا مخلفاً وراءه كل أعماله الإبداعية. وفي خلال آخر ٢٢ عاماً من حياته لم يقم بالبحث في أي من الأسئلة الكونية التي نتجت عن نسبيته العامة. وقد عكفت لعدة سنوات على محاولة توحيد معادلات المجال التي وضعها مع معادلات ماكسويل متجاهلاً ميكانيكا الكم.

وقد وجدت حسابات نظرية المجال الموحد بجانب سريره.



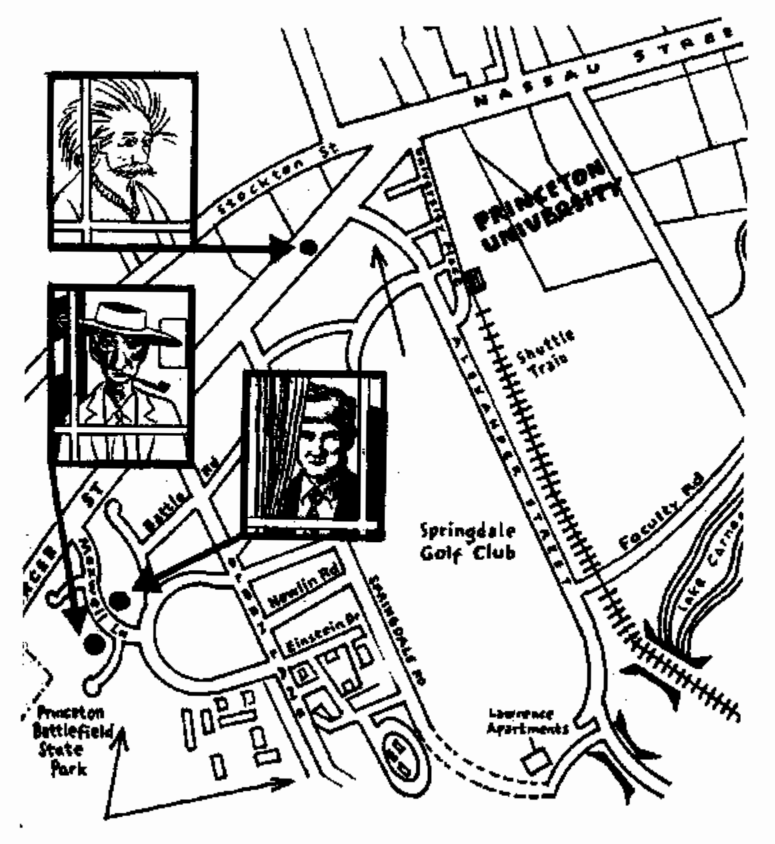


وقد أصاب موت هذا العالم الجليل بالذهول عالمي فيزياء آخرين كانا يعيشان في برينستون
الأول : هو أوبنهيمر الذي كان يشغل منصب مدير معهد الدراسات المتقدمة (حيث كان أينشتين يشغل منصباً شرفياً).

والثاني: هو جون ويلر أستاذ الفيزياء في جامعة برينستون. وكان ويلر قد أنهى لتوه سنوات حرجة في دراسة القنبلة الهيدروجينية ثم عاد إلى البحث الأساسي في علم الكونيات باهتمام شديد في النجوم المنهارة.



وكيف يمكن أن يصدق أحد أن هذين الاثنين يعيشان على جانبى نفس الشارع فى هذا الحى الأكاديمى الصغير، وقد كان لهم وجهات نظر مختلفة عن الكون، وكذلك عن الحياة السياسية الأمريكية والتى وضعتهما فى قضيتين مختلفتين ومتناقضتين مثل الأمن القومى والأسلحة النووية. وفى الحال تحدى كل منهما الآخر مرة ثانية فى أسئلة النسبية العامة والنجوم المنهارة نتيجة الجاذبية.



وفى عام ١٩٥٨ بعد ثلاثة أعوام من وفاة أينشتين ارتحل كل منهما من برينستون لحضور مؤتمر دولى فى برسيلى فى علم الكونيات الحديث. وقد دعى ويلر ليلقى محاضرة لمراجعة الحالة الحالية للبحث.


لم لا ؟ إذا كانت النجوم الأثقل بكثير من الشمس واردة الحدوث خلال التطور الشمسي، فأنا أعتقد أن انهيارها يمكن وضعه في إطار النسبية.


من ضمن كل متضمنات النسبية العامة يعتبر السؤال عن نهاية النجوم العظيمة الأكثر تحدياً. ولكن الانفجارات الداخلية التي قام بحسابها أوبنهايمر لم تعط إجابة مقبولة.


ألم يكن افتراض أن مثل هذه الكتل تقوم بانكماش جذبي متواصل حتى تستقطع نفسها من باقي الكون افتراضاً بسيطاً؟


نجم حقيقى
النجم المثالى الذى افترضه أوبنهايمر وسنايدر
لقد كان نموذجك يا أوبنهايمر مفرطاً فى المثالية، فإن النجوم الفعلية إذا انكمشت تقوم بإنتاج تفاعلات نووية وإشعاع حراري وقذف كتلي ... وكل أنواع الظواهر التى لا يمكن التنبؤ بها !
إذا كان بإمكانى الاحتفاظ بالحاسبات التى قامت بمحاكاة القنبلة الهيدروجينية لقمت بتعديل برامجها لمحاكاة الانفجارات الداخلية لمثل هذه النجوم الثقيلة
هممم... لا يزالون يمتلكون خبرة تصميم القنابل فى لوس آلاموس وليفر مور.
ربما يمكنهم المساعدة فى الحسابات.

بعد مرور سنوات قلائل قام إدوارد تيلر بإجراء مكالمة تليفونية مع ويلر من معامل إشعاع ليفرمور في كاليفورنيا.



وبعد مرور خمسة أعوام قام ويلر بإلقاء محاضرة في مقابلة خاصة في دالاس والتي وضحت اكتشاف (أشباه النجوم). أوضحت محاكاة الحاسب أن انهيار النجوم المحترقة يشابه تماماً الصورة المثالية التي قام أوبنهايمر وسنايدر بحسابها.

وكما يلاحظ بواسطة مشاهد خارجي أن الانهيار يتباطأ حتى يتوقف تماماً عند نصف قطر حرج. ولكن كما يلاحظ بواسطة مشاهد يتحرك على سطح النجم فإن الانهيار يستمر مروراً بنصف القطر الحرج إلى الداخل دون تردد.

وأثناء ذلك، فى الممر المؤدى إلى
قاعة المحاضرات ...

وقد حزن ويلر عندما عرف أن أوبنهايمر لم يعد مهتماً بانهيار النجوم.

وكان أوبنهايمر متعباً من سنوات الخداع السياسى. يقوم بإدارة مشروع مانهاتن ويتعامل مع مأساة هيروشيما ونجازاكى والاتهامات الموجهة لمدرسته بالغدر. ومثلما تفعل النجوم المحترقة كان أوبنهايمر ينهار داخل عالمه الخاص مستقطعاً نفسه عن بقية الكون.

ولكن بالنسبة لويلر فقد بدأ فصلاً جديداً فى تاريخ الفيزياء. «أياً كان نتاج دراساتنا، يشعر الواحد منا على الأقل أنه بالنسبة للانفجار الداخلى النجمى يوجد موقف تتواجد فيه النسبية العامة وحدها وهناك موقف آخر تتجامع فيه بقوة مع فيزياء الكم».

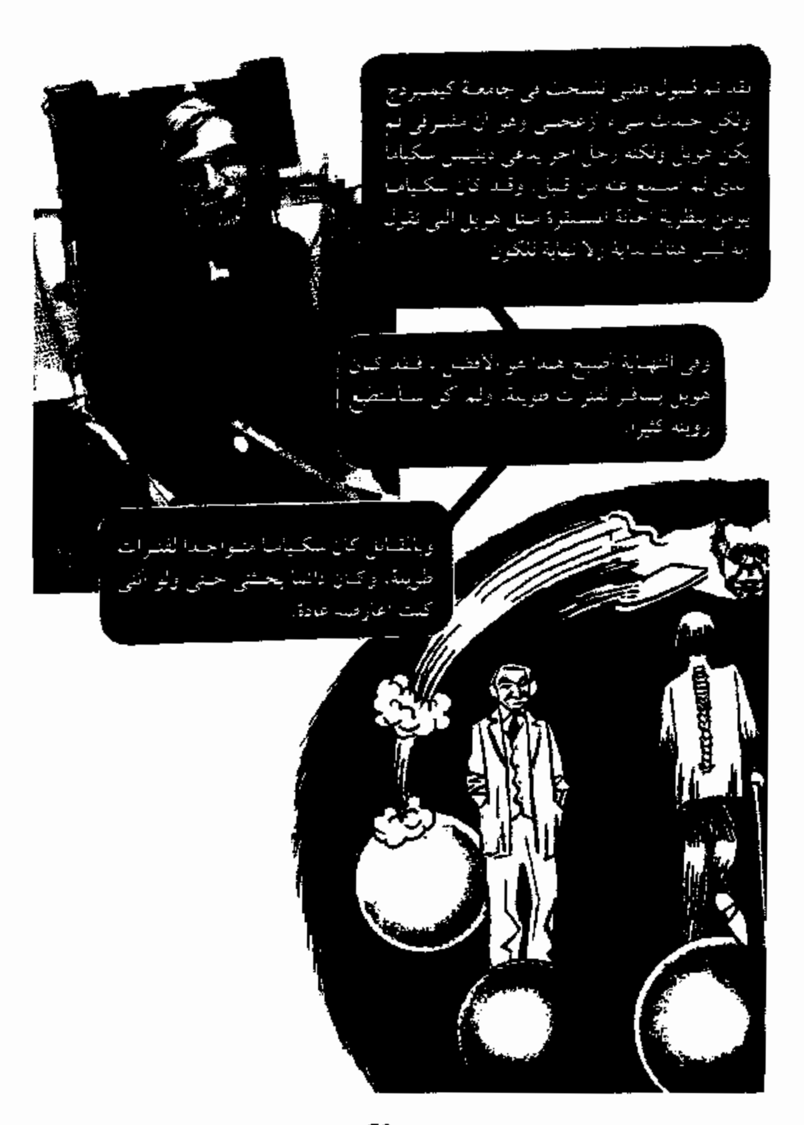

في نفس هذا التوقيت، عام ١٩٦٢، كان ستيفن ويليام هوكنج قد وصل إلى جامعة
كيمبردج، وقد كان مقدراً له أن يخطو أولى الخطوات في حلم ويلر بدمج النسبية
العامة وميكانيكا الكم. ولكنه في هذه الأحيان كان قد بدأ يعاني من أعراض المرض
الذي جعله جليس كرسي متحرك خلال عشرة أعوام وأفقده القدرة على الكلام نهائياً
خلال عشرين عاماً.

عصر هوكنج

يستطيع أى زائر لقسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية (DAMTP) أن يرى صورة أستاذ الرياضيات .Lucasian Prof. of Math ستيفن هوكنج معروضة باستمرار فى الاستقبال الرئيسى للقسم إلى جانب صورتين شخصيتين لاثنين من رواد الفيزياء الرياضية واللذين قد توليا نفس المنصب من قبل وهما السيد إسحق نيوتن وبول ديراك المشهور عالمياً بأعماله فى ميكانيكا الكم النسبية.



وقد انتقل هوكنج من أوكسفورد إلى كيمبردج ليدرس تحت إشراف عالم الكونيات المشهور عالمياً السيد فريد هويل، ولكن الأمور كانت محبطة بالنسبة له.



وقد أطلق هوكنج اسم خصائص الكون المتمدد على رسالة الدكتوراه الخاصة به، وذكر في السطر الثاني من مستخلص هذه الرسالة (والذي دل على ما عاصره هوكنج في بداية أيامه في كيمبردج)



وفريد هويل هو أشهر الثلاثة الذين وضعوا نظرية الحالة المستقرة للكون بالإضافة إلى هيرمان بوندي وتوماس جولد اللاجئين من أوربا النازية.



وفي بداية السبعينات من القرن العشرين كان هذا النموذج مقبولاً بين علماء الفيزياء والفلك والكونيات أكثر من نموذج الانفجار العظيم. وقد كان هويل متضايقاً من هذا النموذج المعارض. وقد ذكر في أحد العروض الإذاعية لراديو BBC في عام ١٩٥٠ أنه أول من أطلق عليه اسم الانفجار العظيم، وبالطبع كان ذلك بسخرية.



واستمر هويل بعد سخريته هذه فترة اثنتى عشر عاماً فى تطوير نظرية للجاذبية فى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية بالاشتراك مع أحد طلاب الدراسات العليا اسمه جايانت نارليكار لتدعم نموذج الحالة المستقرة. أما هوكنج الذى كان متعثر الخطوات فى بحثه فقد أعجب بالحسابات التى كان يجريها نارليكار وبدأ فى التقرب إليه وإجراء بعض المناقشات معه للمشاركة فى الأفكار، وبالطبع لم يكن هويل يعلم شيئاً عن ذلك.



وقد أصبح هوكنج ملماً بالصعوبات التى واجهت نارليكار فى المشروع الذى خصصه هويل.

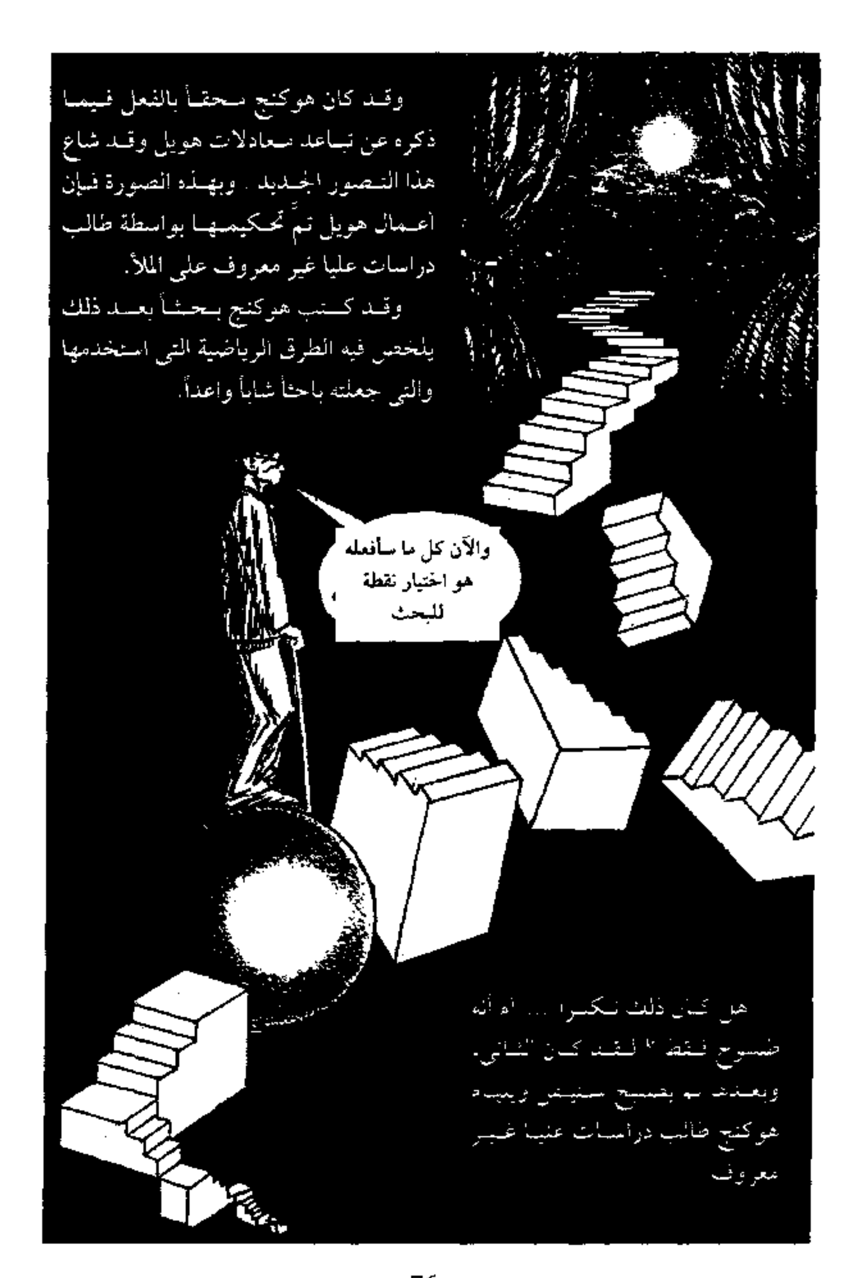
وكثيـراً ما كان هويل الذى تميز بالخبـرة فى الدعاية لأعماله ـ يقـدم أفكاره قبل نشرها وتحكيمـها وذلك لكى يجعل اسمـه متصـدراً الجـرائد، وبالتالى يتمكن من الحـصـول على المنح البحثية. وقد قام بتنظيم محاضـرة للجـمعية الملكية لمناقشـة أفكاره الأخيرة المبنية على حـسابات نارليكار.







ولقد ضجت القاعة بالضحك الممزوج بالسخرية مما أغضب هويل. وكانت هذه مواجهة مأساوية بين واحد من أشهر علماء الكونيات في العالم وتلميذه الذي رفضه. وقد انفضت هذه الجلسة سريعاً.


وقد كان هوكنج محقاً بالفعل فيما ذكره عن تباعد معادلات هويل وقد شاع هذا التصور الجديد . وبهذه الصورة فإن أعمال هويل تمّ تحكيمها بواسطة طالب دراسات عليا غير معروف على الملأ.
وقد كتب هوكنج بحثاً بعد ذلك يلخص فيه الطرق الرياضية التي استخدمها والتي جعلته باحثاً شاباً واعداً.
والآن كل ما سأفعله هو اختيار نقطة للبحث
هوكنج طالب دراسات عليا غير معروف

مشرف الرسالة غير الأناني

وقد اتضح أن دينيس سكياما مشرف غير أناني ويولي تلاميذه اهتماماً كبيراً ويحثهم على البحث عن طرق لزيادة خبرتهم.



وقد رفض سكياما أن يسرع في برنامج الدكتوراه لهوكنج بالرغم من الضغوط المقنعة من والده.



وقد طور سكياما طرازاً فريداً فى الإشراف على طلبته، فلم يكن يشاركهم أعمالهم مثلما يفعل الكثير من الأساتذة فى العالم كله. فلم ينشر أبداً أبحاثاً مشتركة، وكذلك لم يكن يختار المواضيع لهؤلاء الطلبة.

إذا رغب أحد فى دراسة الانفجار العظيم كمنشأ للكون مع الخلفية الإشعاعية الكونية فلن يتمكن من فهم علم الكونيات إلا بمساعدة النسبية العامة. لذلك كان من الطبيعى أن أقترح دراسة النسبية العامة عند تأسيس مدرسة بحثية فى كيمبردج فى السبعينات مع مجموعة من الطلاب الموهوبين.

وبالفعل كان كل هؤلاء الطلبة الذين إختارهم سكياما يتمتعون بموهبة مذهلة فى علم الكونيات :

- جورج إليس هو أستاذ الفيزياء فى جنوب أفريقيا (كتب إليس كتاباً هو و هوكنج وعنوانه التركيب الكبير للوقت والفضاء والذى يعتبر بمثابة الكتاب المقدس فى علم الكونيات النسبى. وتم إهداؤه إلى د. سكياما)

- براموث كارتر يشغل الآن منصب مدير البحث فى مرصد فى باريس.

- مارتن ريس يشغل الآن منصب مدير معهد الفلك فى كيمبردج.

- وبالطبع ستيفن هوكنج الأستاذ فى جامعة كيمبردج.

وكان من أهم نشاطات سكياما هو تخطيط وتنظيم حضـور طلبته المحاضرات الهامة وكان يبدو أنه يعرف ما يدور حوله. وفي منتصف السبعينات أصبح فريق سكياما مولعاً بأعمال عالم الرياضيات التطبيقية الشاب روجر بنروز الذي كان في كلية بريكبك في لندن.

وبعد دراسته في كامبريدج والبحث في الولايات المتحدة بدأ بنروز في تطوير أفكاره عن نظرية الانفرادية والتي كانت تتطابق مع أفكار فريق البحث في كامبريدج.



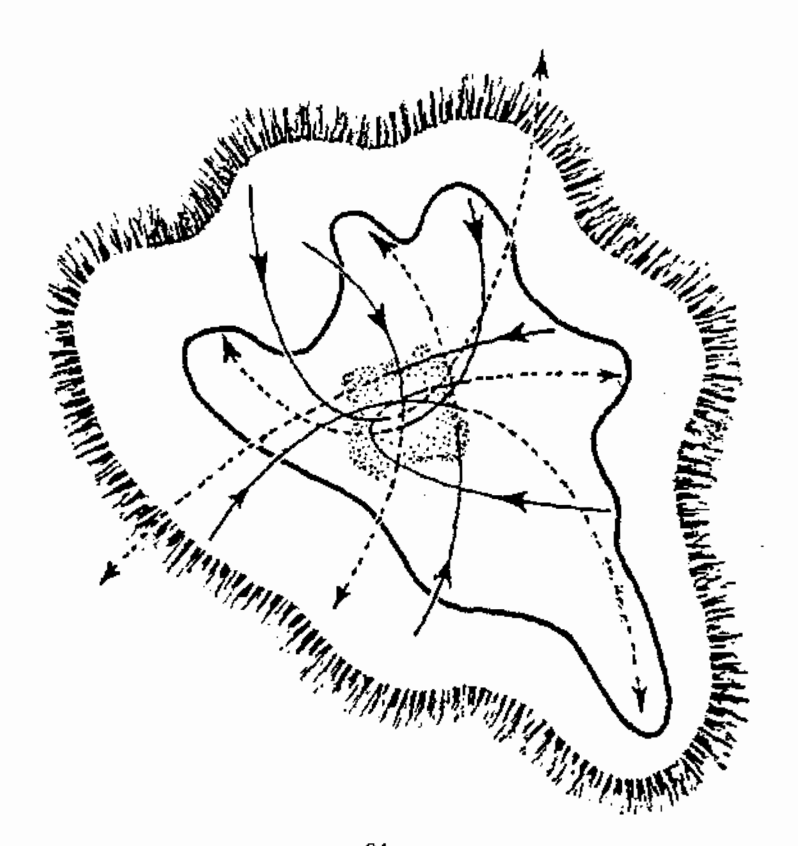
لم تنقض سنوات قلائل على قبول جون ويلر حلول أوبنهايمر ووجود الثقوب السوداء حتى بدأ سكياما فى مشاركة الحماس مع بعض زملائه وطلابه. وقد حصل بنروز (أحد أفضل علماء الرياضيات فى العالم) على بعض الإلهام عن هذه الأجسام الغريبة من سكياما فى مقهى كيمبردج.



وقد كـان بنروز قادراً على توضيح أنه إذا انهار نجم ما بعد نقطة ما فإنه لا يمكن أن يتمدد مرة أخرى. وفى إطار النسبية العامة ، فلا يستطيع هذا النجم أن يتجنب أن يصبح لا نهائي الكثافة أي أنه سيقوم بتكوين نقطة انفرادية عند مركزه.

والأمر الذى كان يصر عليه الكثير بأن مادة هذا النجم سوف تتطاير خلف نفسها ثم تعود في التمدد كـان خاطئاً. وبدلاً من ذلك فسوف تتكون نقطة انفرادية في الفضاء والزمن والتي تتكسر عندها كل قوانين الفيزياء. وكانت هذه هي أول نظرية للانفرادية.

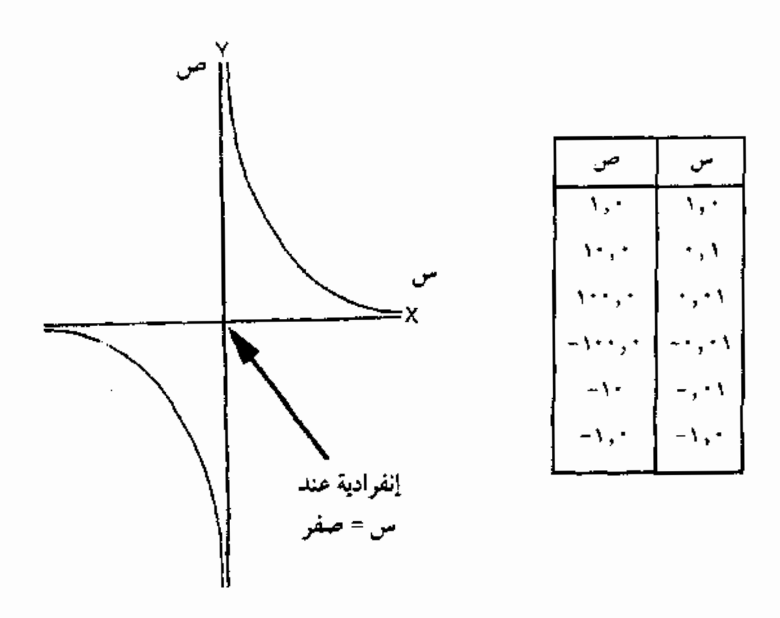
رأى بنروز بأن طيران المادة خلف نفسها داخل النجم المنهار لتعود في التمدد مرة أخرى ليس صحيحاً.



شيء نحتاج لمعرفته : ما هو التفرد ؟

التفرد بصفة عامة هي نقطة لا يمكن تعريف الدالة الرياضية عندها، حيث إن الدالة تتباعد إلى مقادير متناهية في الكبر.

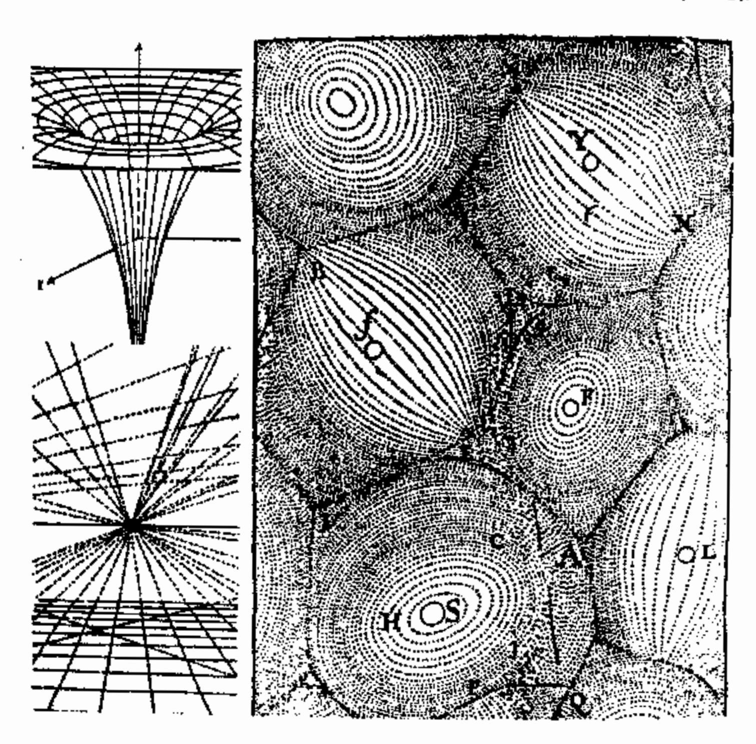
فعلى سبيل المثال الدالة الجبرية البسيطة ص = ١ \س لها نقطة انفرادية عند القيمة س = صفر؛ فإذا جعلنا قيمة س الموجبة صغيرة جداً نجد أن ص تزداد بصورة كبيرة في الاتجاه الموجب. أما إذا كانت قيم س السالبة تتناهى في الصغر (مقتربة من الصفر) نجد أن ص تأخذ قيماً كبيرة جداً سالبة. لذلك فإنه بالنسبة لأصغر تغير في قيم س (ليكن من +٠٠٠٠٠١ , ٠ إلى - ٠٠٠٠٠١ , ٠) تتغير ص بمقدار كبير جداً (من + ١٠٠٠٠٠٠ إلى -١٠٠٠٠٠٠). وواضح جداً أنه عند س = صفر لا يمكن معرفة قيمة ص . هذه هي الانفرادية الرياضية.



س	ص
١,٠	١,٠
٠,١	١٠,٠
٠,٠١	١٠٠,٠
-٠,٠١	-١٠٠,٠
-,٠١	-١٠
-١,٠	-١,٠

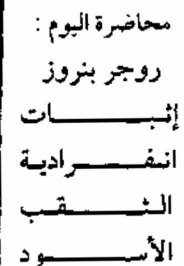
أما بالنسبة للنسبية العامة فإن التفرد تعني منطقة في الفضاء والوقت يصبح عندها الانحناء قوياً جداً لدرجة أن قوانين النسبية العامة تفشل ويفترض أن تحل محلها قوانين نسبية الكم.

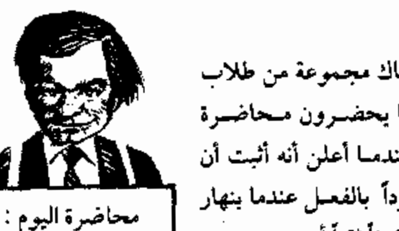
وتعتبر محاولات وصف التفرد باستخدام النسبية العامة فقط غير صحيحة ، أي وصفها بأنها النقطة التي يكون عندها الانحناء والجاذبية المتعلقة بالمد والجذر لا نهائية. والنسبية الكمية من الممكن أن تقوم باستبدال هذه النهايات «بالرغوة الكمية» وتختلط مع قوانين النسبية العامة. ولكن هذا لا يعني أنه لا يمكن دراسة نقاط الانفرادية وفهم قوانين الفيزياء. فهناك بعض نظريات الانفرادية التي ولدت معلومات نوعية هامة تحت بعض الشروط. فعلى سبيل المثال إذا تم التعامل مع الرياضيات بفرض من الممكن إثبات صحة الانفرادية بالإضافة إلى توضيح معان فيزيائية كثيرة. وكذلك كانت نظريات الانفرادية التي وضعها بنروز ومن بعده هوكنج. وفي حلول سكوارزتشيلد لمعادلات أينشتين لا تعتبر نقطة نصف القطر الحرج نقطة انفرادية (وذلك بغض النظر عن وصفها بأنها نقطة الانفراد لسكوارزتشيلد). حيث إن العمليات الفيزيائية متصلة عبر حدود هذه النقطة وأي تغير بسيط في الأبعاد الرياضية يقوم بإزالة التباعد.

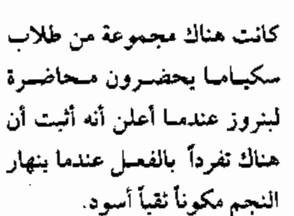


كانت هناك مجموعة من طلاب سكياما يحضرون محاضرة لبنروز عندما أعلن أنه أثبت أن هناك تفرداً بالفعل عندما ينهار النجم مكوناً ثقباً أسود.

ولم يكن هوكنج حاضراً تلك المحاضرة ولكن أخبارها وصلته في الحال وجعلته مكتئباً جداً.





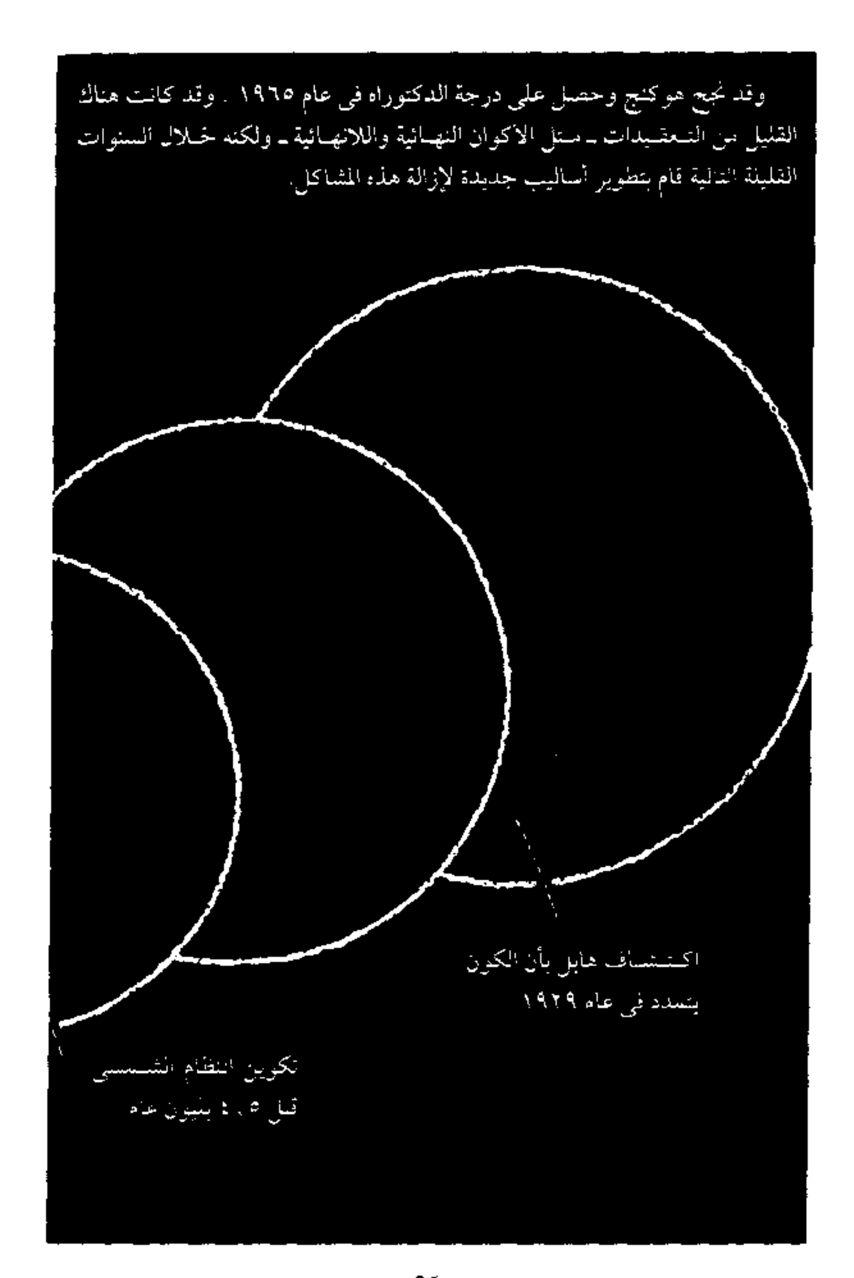






وبعد انقضاء سنة واحدة فى حياته البحثية أصبح هوكنج يعرف نقطة التحدى التى سيقوم بدراستها. وكان عليه أن يعمل بجد لكى يقوم بتكييف معادلات بنروز وكذلك كان عليه أن يتعلم الرياضيات المتضمنة في ذلك ليتم بها الفصل الأخير فى رسالته وكذلك أول نظرية انفرادية يضعها وهى «بداية الكون». وقد أوضح هوكنج أن النسبية العامه صحيحة وأنه لابد من وجود نقطة انفرادية فى الماضى تعبر عن بداية الكون.




وقد نجح هوكنج وحصل على درجة الدكتوراه فى عام ١٩٦٥ . وقد كانت هناك
القليل من التعقيدات ـ مثل الأكوان النهائية واللانهائية ـ ولكنه خلال السنوات
القليلة التالية قام بتطوير أساليب جديدة لإزالة هذه المشاكل.
اكتشاف هابل بأن الكون
يتمدد فى عام ١٩٢٩
تكوين النظام الشمسى
قبل ٤,٥ بليون عام

وقد أصبحت هذه الأساليب مقبولة بصفة عامة وكلنا يقبل اليوم أن الكون قد بدأ بانفجار عظيم ـ أى الحالة الساخنة شديدة الكثافة. وهذا هو الإسهام الأساسى لهوكنج فى علم كونيات الإنفجار العظيم. وكنتيجة له أصبح هوكنج مشهوراً عبر انحاء العالم بأسره. لذلك فى عام ١٩٧٠، أى بعد مرور خمس سنوات على حصوله على درجة الدكتوراه، أصبح عالم كونيات معروفاً دولياً.

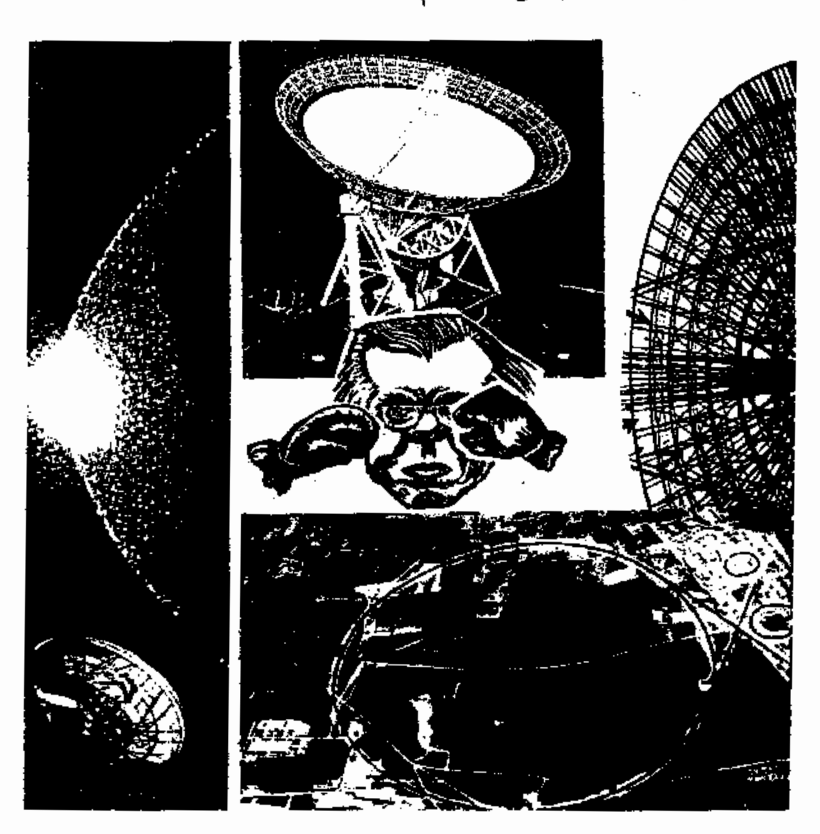
التفرد

سطح الإشعاع على الكون

الانفجار العظيم قبل

وقد كان هوكنج نصيراً لنموذج الانفجار العظيم منذ أيامه الأولى كطالب دراسات عليا. وقد انتقد فى رسالته نموذج الحالة المستقرة لهويل وكذلك أثبت انفرادية الانفجار العظيم، الأمر الذى جعل اسمه مرتبطاً بهذه الانفرادية فى كل الأوقات.

إنه لأمر شيق أن تتخيل تاريخ علم الكونيات (أو على الأقل التاريخ الحديث لهوكنج) إذا تم قبول تسجيله مع هويل فى جامعة كامبريدج. واليوم يقوم هويل وطالبه القديم جاى نارليكار بترميم نموذج الحالة المستقرة ولكن دون جدوى. فلقد تطور عالم علم الكونيات. وربما تم توضيح ذلك بصورة أفضل فى مجلة Sintific American فى أحد مقالاتها فى العدد الخاص الذى نشر فى أكتوبر عام ١٩٩٤ عن الكون، والذى يبشر بأنه سيصبح الوصف المقبول لفهمنا للكون فى الألف عام القادمة.



تطور الكون

يعتبر فهم تطور الكون هو أحد أعظم اكتشافات العلوم فى القرن العشرين. وقد أتت هذه المعرفة من عقود من التجارب المبدعة، حيث استخدمت التلسكوبات الحديثة، سواء إذا كانت على الأرض أو فى الفضاء، فى اكتشاف الإشعاع المنبعث من المجرات التى تبعد عنا بلايين السنوات الضوئية لتوضح لنا ماهية صورة الكون فى مراحله الأولى . وتقوم معجلات الجسيمات باختبار الطبيعة الأساسية للبيئة عالية الطاقة فى الكون الأولى. أما الأقمار الصناعية فتقوم بالتقاط الخلفية الإشعاعية الكونية المتخلفة من المراحل الأولى فى تكوين الكون وتمدده لتمدنا بتخيل عن الكون فى أقصى المقاييس التى يمكن أن نلاحظها. وأفضل الجهود لتوضيح هذه الوفرة من البيانات تتجسد فى نظرية عامة تسمى النموذج الكونى القياسى أو علم كونيات الانفجار العظيم. وأهم مبادئ هذه النظرية هى أن فى المتوسط على مقياس كبير نجد أن الكون يتمدد بصورة متجانسة من حالته الكثيفة الأولى. وفى الوقت الحاضر لا توجد أية تحديات لنظرية الانفجار العظيم بالرغم من وجود مسائل غير قابلة للحل فى هذه النظرية. فعلى سبيل المثال لا يعرف علماء الفلك كيف تكونت المجرات ولكن لا يوجد ما يدعو لأن نعتقد بأن هذه العملية لا تتم داخل إطار الانفجار العظيم. وبالفعل قامت النظرية بتجاوز كل الاختبارات حتى الآن (أكتوبر١٩٩٤

.(Scientific American

١٩٦٥ : عام كبير بالنسبة لهوكنج

تزوج هوكنج من محبوبته جان وايلد في كنيسة ترينتي في كيمبردج في شهر يوليه ١٩٦٥ . وبينما كان يزداد اعتماده علي عكازه إلا أنه حصل على رسالة الدكتوراه وكذلك تزوج من زوجة مخلصة وذكية بالإضافة إلى مهارات رياضية جديدة ليستخدمها في عالم الكونيات، وكذلك حصل على عضوية في كلية كايوس ليكمل دراساته في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية. وبذلك لم يعد هوكنج مكتئباً.



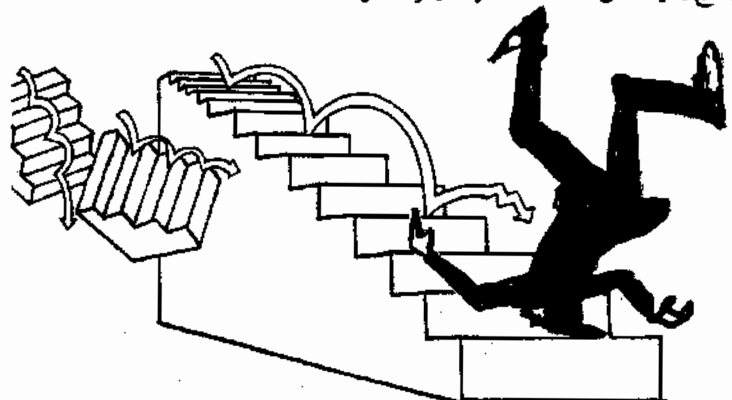
ولا يزال هذا المزهو بنفسه إذا نظرت إليه نظرة متفحصة نجده يقول ...
أستطيع أن أفعل أي شيء ولا يمكن أن توقفني أشياء مثل مرض (ALS).

عقل غير قادر على التوقف

لقد كثرت القصص عن قدرات هوكنج العقلية المذهلة والتي كانت ظاهرة بوضوح في سنوات دراسته في أوكسفورد.

لقد قضى العديد من زملائه الأسابيع في مهمة لحل ثلاث عشرة مسألة من أحد الكتب الصعبة وهو الكهربية المغناطيسية لـ بلين وبلين. وقد تم إخبارهم بأن يقوموا بحل أكبر عدد من المسائل قدر استطاعتهم وتمكن أغلبهم من حل مسألة أو إثنين على الأكثر. وكطبيعته تركها هوكنج لآخر يوم وبعد أن قضى الصباح في غرفته خرج ليقول أنه أكمل أول عشر مسائل فقط !

وقام أحد معلميه في أوكسفورد بتكليفه بحل بعض المسائل من أحد كتب الفيزياء الإحصائية الذي لم يكن يعجب به. وفي الموعد التالي عاد هوكنج بعد أن قام بمهمته بالإضافة إلى توضيح كل الأخطاء في هذا الكتاب. وأدرك أستاذه في هذا الوقت أن هوكنج يعرف عن هذه المادة أكثر مما يعرف هو.



وفي نهاية عامه الدراسي في أوكسفورد وبدون شك في بداية شعوره بأعراض مرض (ALS) سقط هوكنج بعنف من على السلم في فناء الجامعة. وكنتيجة لذلك أصيب بفقدان مؤقت في الذاكرة لدرجة أنه لم يتمكن حتى من تذكر اسمه. وبعد العديد من الساعات التي استجوبه فيها أصدقاؤه تمكن من العودة إلى حالته الطبيعية ولكنه كان منزعجاً من احتمالية حدوث إصابات دائمة في مخه. ولكي يتأكد قرر أن يخوض أحد اختبارات الذكاء. وقد كان مسروراً لأنه تمكن من اجتياز اختبارات الألوان الطائرة بتقدير يتراوح بين ٢٠٠ و ٢٥٠ !

ولا يوجد شيء من أمثال مرض ALS يستطيع أن يوقف هذا العقل.

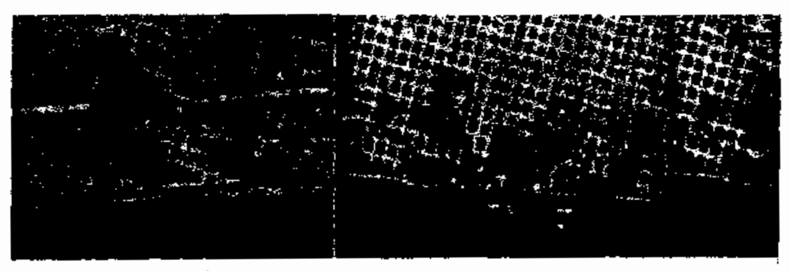
ثورة الستينات

تعتبر فترة الستينات مرحلة فوران اجتماعي وتغيير جذري على الأرض سواء إذا استمر علماء التاريخ الاجتماعي في القرن الواحد والعشرين في تحليل ذلك أم لا. ولكن بالتأكيد ستكون وجهة نظر علماء تاريخ العلم أن هذه المرحلة مرحلة تغيير جذري في فهمنا للكون. وقد تمت الإشارة إلى هذه الفترة من قبل بأنها العصر الذهبي لعلم الكونيات النسبية. وقد أصبح أبطال الستينات رموزاً مألوفة وكذلك كانت لثورة عالم الكونيات أبطالها ولكنهم في الغالب غير معروفين بالنسبة لعامة الشعب.



وقد كانت فترة الستينات فترة تطور ملحوظ فى علم الفلك وذلك كنتيجة أساسية للتطورات فى التكنولوجيا والأدوات. وقد أدت كل أنواع الظواهر غير المألوفة التى تمت ملاحظاتها إلى نماذج جديدة للأجسام السماوية والتى يمكن وصفها فقط بأنها ثورة فى علم الكونيات. وبداية هذه الثورة يمكن إرجاعها إلى التقاء عصيب بين الفضاء والزمن بطريقه لا يسهل محوها من ذاكرة التاريخ فى القرن العشرين.

دالاس ١٩٦٣

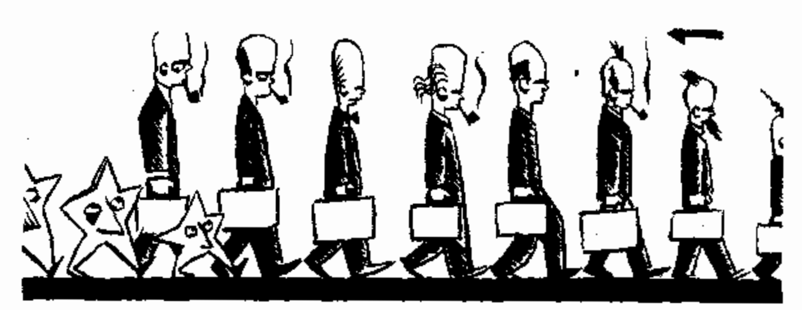


إذا قمت بإجراء استفتاء بين الأشخاص المعمرين أكثر من خمسين عاماً إذا كانوا يتذكرون دالاس ١٩٦٣ فسيقوم غالبيتهم بوصف شعورهم تجاه حادثة اغتيال جون ف. كيندي في دالاس في ٢٢ نوفمبر.





ولكن ربما توجد فئة صغيرة من هؤلاء الناس من يكون لهم رد فعل غامض . فهم بالطبع يتذكرون حادث اغتيال كيندي المأساوي، ولكن دالاس ١٩٦٣ لها دلالة أخرى عندهم. فقد حضرت مجموعة من ثلاثمائة من علماء الفلك والفيزياء والكون والنسبية ندوة تكساس الأولى في الفيزياء والفلك ليميزوا اكتشاف الكواسارات (أشباه النجوم). وقد عقد هذا المؤتمر في دالاس في الفترة من ١٦ إلى ١٨ ديسمبر ١٩٦٣ بعد ثلاثة أسابيع فقط من اغتيال كيندي.



وقد تمت دعوة علماء النسبية (المتخصصون فى التعامل مع معادلات أينشتين) لكى يتلاقوا فى حوار مع علماء الفلك وعلماء الفيزياء والفلك. وفى الخمس والعشرين عاماً الأخيرة بعد نشر البحث الشهير لأوبنهايمر وسنايدر عن انهيار النجوم تم اقتراح النسبية العامة كتوضيح ممكن لكثير من الظواهر الفيزيائية التى تمت ملاحظتها بالفعل بواسطة علماء الفلك. وقد ساد الاعتقاد بأن النجوم المنهارة جذبياً (والتى تمت تسميتها الثقوب السوداء) ربما تمدنا بالوسائل اللازمة لتوضيح الأجسام الجديدة والمثيرة والتى تسمى أشباه النجوم (Quasars) وقد ألقى توماس جولد (أحد مؤسسى نظرية الحالة المستقرة) محاضرة فى ندوة دالاس.



وقد اتضح أنها صواب، كما وضح هوكنج نفسه بعد ٣٠ عاماً.

لقد حدث تغير كبير في منزلة النسبية العامة وعلم الفلك في الثلاثين عاماً الماضية. فعندما بدأت بحثي في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية في كامبريدج عام ١٩٦٢ كان يعتقد أن النسبية العامة رائعة ولكنها نظرية معقدة جداً لدرجة أنها لا تتصل بالعالم الواقعي على الإطلاق. وكان علم الفلك يعتبر علماً كاذباً حيث إن التأملات الشاذة كانت غير مفيدة بأي ملاحظات ممكنة.

والموقف الآن يختلف كثيراً، ليس فقط كنتيجة للتطور الهائل في مستوى الأرصاد باستخدام التكنولوجيا الحديثة ولكن أيضاً كنتيجة للتقدم الهائل في الجانب النظري الذي حققناه.

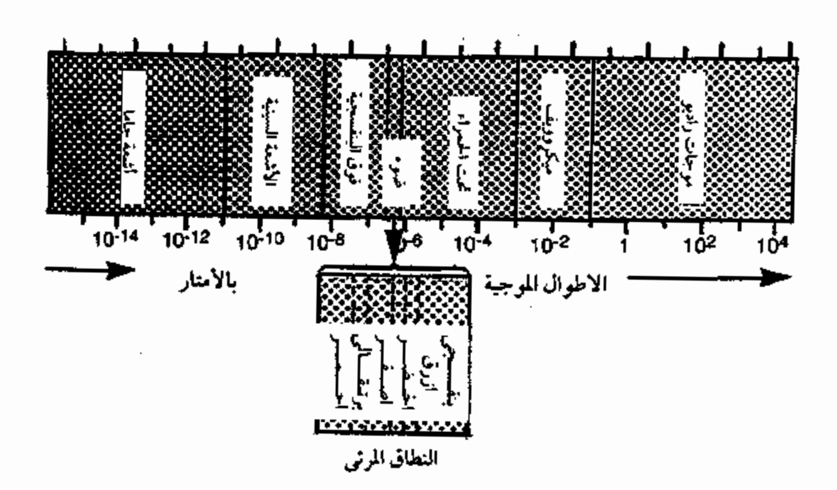


ولكن رصد أشباه النجوم يتطلب أساليب رصد جديدة. لذلك قبل ذكر الجوانب المثيرة في أشباه النجوم دعنا نقوم بتوضيح شيء نحتاج لمعرفته.

شيء نحتاج إلى معرفته : الطيف الكهرومغناطيسي

إن الطيف الكهرومغناطيسي يبدو فنياً جداً حيث إن شقيه نادراً ما يستخدمان خارج العلوم الطبيعية. فإن الشق الأول (الكهرومغناطيسي) فقط يعني الموجات التي سنتحدث عنها (ضوء، راديو، تحت الحمراء) تتكون من مجالات كهربائية ومغناطيسية مهتزة (تتغير شدتها مع تغير الوقت والمكان). أما الشق الثاني (الطيف) فيشير إلى مدى أحجام هذه الموجات (أي المدى الذي تتراوح فيه أطوالها الموجية).

والطيف الكهرومغناطيسي يشير إلى كل الأطوال الموجية للإشعاع التي يمكن أن توجد في الطبيعة. والموجات التي لها أطوال موجية مختلفة تكون لها خصائص مختلفة وكذلك يتم إنتاجها بعمليات فيزيائية مختلفة. والإشعاع الغير مرئي الذي يأتي من النجوم والمجرات (بالطبع بالإضافة إلى الضوء المرئي أو النطاق الضوئي) يمدنا بمعلومات مفيدة بالرغم من أنه لا يرى بالعين المجردة.



والأطوال الموجية تغطي مدى واسعاً من القيم ابتداء من الأشعة السينية (أقل من المسافات بين الذرات في المادة الصلبة) إلى موجات الراديو (طولها يصل الى عدة كيلو مترات). وهذه الموجات تتحرك بنفس السرعة وهي نفس سرعة انتشار الضوء. وهناك علاقة بسيطة بين الطول الموجي وتردد المصدر الذي يشع هذه الموجات وسرعة انتقالها :

(الطول الموجي) X (التردد) = (سرعة الضوء).

وقبل الستينات من القرن العشرين كانت الأرصاد تعنى علم الفلك الضوئى (أو المرئى) وهو عبارة عن الملاحظة باستخدام تلسكوبات مكونة من عدسات زجاجية أو مرايا عاكسة وتسجيل هذه الملاحظات إما بالعين أو عن طريق كاميرات حساسة. وتم استخدام بعض الأفلام الحساسة لتوسيع نطاق الملاحظة إلى الأشعة تحت الحمراء الغير مرئية والتى لها أطوال موجية أكبر من الضوء. ولكن خلال أواخر الخمسينات والستينات أصبح كل النطاق الكهرومغناطيسى تقريباً من الممكن التقاطه بواسطة علماء الأرصاد، لذلك فإننا الآن لدينا علم الفلك المبنى على أشعة الراديو وآخر مبنى على الميكروويف وثالث للأشعة تحت الحمراء وآخرين للضوء، والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما. والاكتشافات العظيمة فى الستينات نتجت عن مدّ الأرصاد خارج النطاق الضوئى وخاصة فى مدى الأطوال الموجية الكبيرة من الميكروويف وموجات الراديو. وقد تم اكتشاف أشباه النجوم والنجوم النابضة (والتى سيتم توضيحها فيما بعد) فى نطاق ترددات الراديو أما الخلفية الإشعاعية الكونية فتم التقاطها فى نطاق الميكروويف. وعلى الجانب الآخر فإن أرصاد الأشعة السينية قامت بإمدادنا بأول دليل على وجود الثقوب السوداء من ملاحظات جورج سيجناس (س-١) فى أواخر السبعينات.



جيمس كليرك ماكسويل
رجل آخر من
جامعة كامبريدج

١٩٦٣ : أشباه النجوم Quasars

لقد أدت الأرصاد التى قام بها علماء الفلك الضوئى والراديو إلى اكتشاف نصف دستة أجسام مضيئة فى السماء والتى لها أحجام مماثلة لحجم النجوم ولكن ذات طيف غريب لا يشابه طيف أى نجم قد لوحظ من قبل.

ولقد تحير الجميع من هذه الأجسام حتى قام عالما الفلك مارتين سكيمث وجيس جرينتشين فى كالتك بعمل اكتشاف فى الخامس من فبراير عام ١٩٦٣ .

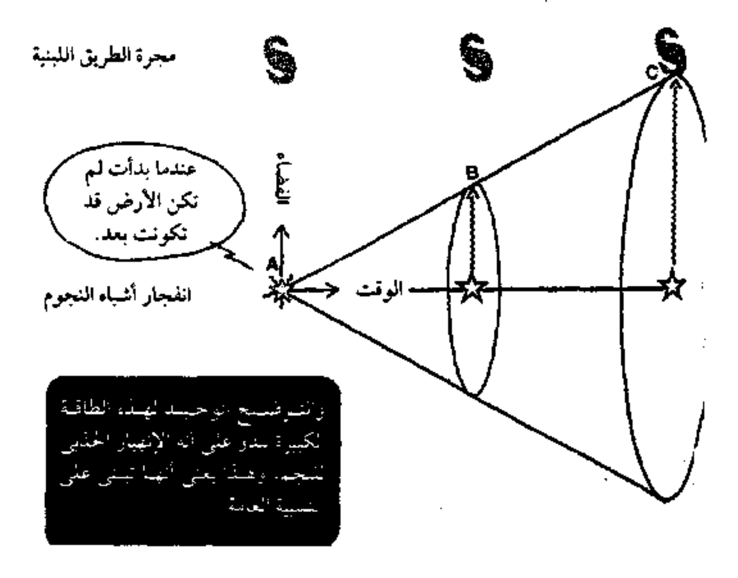


وقد أوضحت القياسات أن أشباه النجوم تتحرك مبتعدة عن الأرض بسرعات هائلة جداً جداً ولذلك فمن المؤكد أنها بعيدة جداً جداً.



لقد ساد الاعتقاد في البداية بأنها نجوم فى مجرة الطريق اللبنية ويأتى ابتعادها عنا كنتيجة لتمدد الكون. ولكن بناءاً على المسافات الهائلة التى تبعدها عنا، عندما تم قياس الطاقة المنبعثة منها اتضح أنها تشع طاقة أكبر مائة مرة من أكثر المجرات إضاءة على الإطلاق.

أشباه النجوم ينبعث الضوء من أشباه النجوم عند نقطة A وبعد مرور بلايين السنين عند النقطة B لم يصل الضوء إلى مجرة الطريق اللبنية بعد. وفى النهاية عندما يصلنا عند نقطة مثل C فإننا نلتقطه وكأنه قادم كله من مسار عبر النقطة A.



١٩٦٥ : الخلفية للإشعاع الكوني

في عام ١٩٦٥ تحول اكتشاف الميكروويف بالمصادفة من الفضاء الخارجي إلى أول دليل عملي على احتمالية صحة الانفجار العظيم وقبل هذا الحدث كان هذا النموذج يعتبر مزحة أو فكاهة، ونعرض الآن كيف حدث ... لقد أدى تصور آبي جورج لاماتير في عام ١٩٢٧ أن الكون كان عبارة عن ذرة أساسية (أو بيضة كونية) إلى أن يعتقد بعض علماء الكونيات أن الكون الابتدائي كان عبارة عن بلازما ساخنة عالية الكثافة وسريعة التطور.

وقد أخذ أحد العلماء النظريين وهو جورج جامو (الذي ارتحل من روسيا إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وتميز بقدرته العالية على التخيل)، أخذ في اعتباره تأثير البرودة التي تعرضت لها هذه البلازما مع تمدد الكون، عند ذلك قام بتنبؤ واحد من أهم التنبؤات في تاريخ العلم.



وكل جسم له درجة حرارة ما يقوم بإشعاع موجات كهرومغناطيسية بصورة مستمرة والتي تسمى بالإشعاع الحرارى حتى ولو كانت درجة حرارته خمس درجات فوق الصفر المطلق. والسؤال الآن هو: كيف نقيس هذا الإشعاع وفي أي نطاق من الطول الموجي نبعث؟ ولكي نكمل هذا الجزء من القصة هناك شيء يجب أن تعرفه !

شيء ما نحتاج لمعرفته : الإشعاع الحرارى

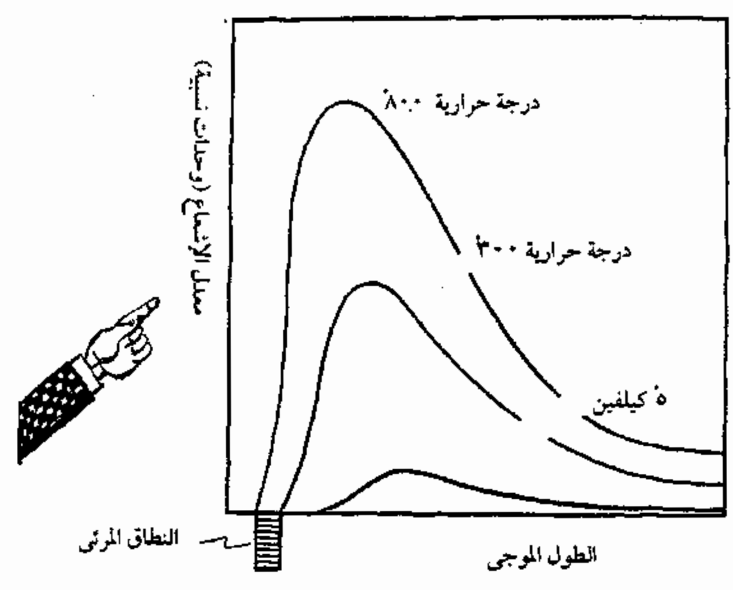


الخطوط الفيزيائية العريضة للإشعاع الحرارى بسيطة جداً بالرغم من أنه يتطلب مبادئ جذرية (والتى بدأت مع نظرية الكم) والتى وضعها ماكس بلانك فى عام ١٩٠٠ لتوضيح تفاصيله. وقد وضح كيفية اعتماد المعدل النسبي لإشعاع الطاقة (موجات كهرومغناطيسية) على الأطوال الموجية عند درجات حرارة مختلفة. وتوضح المنحنيات النظرية لبلانك أن الإشعاع ينتشر وتنحرف قمته إلى ناحية الأطوال الموجية الأكبر كلما نقصت درجة الحرارة.

- عند درجة حرارة ٨٠٠°م يتم إشعاع كمية كافية من الضوء المرئى مما يجعل الجسم يبدو أحمر متوهجاً بالإضافة إلى أن نسبة عالية من الطاقة تخرج فى صورة أشعة تحت حمراء.

- عند ٣٠٠° م تخرج كل الطاقة تقريباً فى صورة أشعة تحت حمراء ولا يوجد أى إشعاع فى نطاق الضوء المرئى.

- عند خمس درجات فوق الصفر المطلق (أو -٢٦٨°م) يكون الإشعاع كله خارج نطاق الأشعة تحت الحمراء ويقع فى نطاق الميكروويف؛ ولذلك فإن القياسات تتطلب مستقبلات خاصة لموجات الميكروويف.



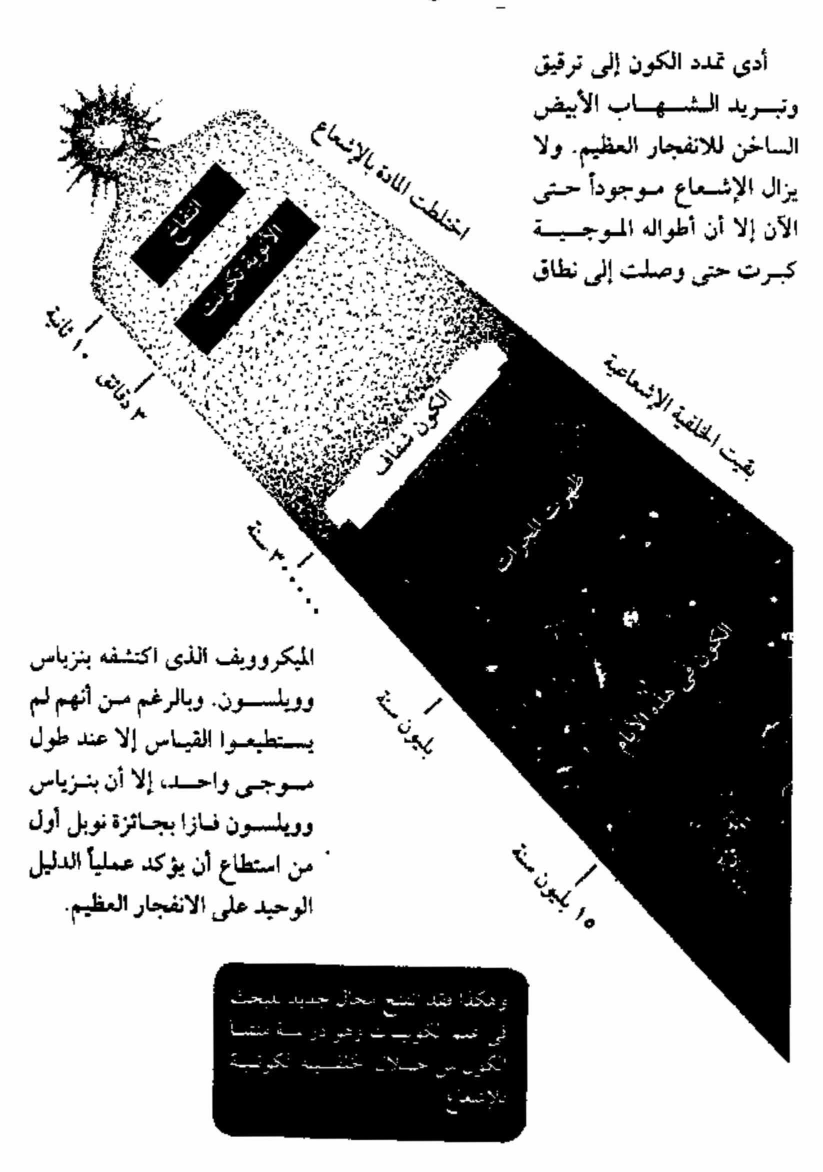
وحيث إن شكل هذا المنحنى يتحدد بمعرفة درجة حرارة الجسم المشع فقط، فإن قياس الأطوال الموجية المختلفة يعطينا تنبؤاً بدرجة الحرارة. وعلى العكس إذا كانت درجة حرارة الجسم المشع معروفة فمن الممكن رسم شكل للتوزيع الإشعاعى من خلال معادلات نظرية.



ونعود إلى تنبؤ جامو، المنحنى النظرى لتوزيع الإشعاع الحرارى عند درجة حرارة خمسة فوق الصفر المطلق يوضح أن قمة هذا الإشعاع يجب أن تكون فى نطاق الميكروويف من الطيف الكهرومغناطيسى وبينما كانت مجموعات أخرى تقوم بالتخطيط لتجارب فحص لموجات الميكروويف التى ذكرها جامو، تم اكتشافهم بالصدفة بواسطة الباحثين أرنو بنزياس وروبرت ويلسون فى معامل تليفونات بيل فى شمال نيوجيرسى فى الولايات المتحدة الأمريكية.



تاريخ الكون



أدى تمدد الكون إلى ترقيق وتبريد الشهاب الأبيض الساخن للانفجار العظيم. ولا يزال الإشعاع موجوداً حتى الآن إلا أن أطواله الموجية كبرت حتى وصلت إلى نطاق

الميكروويف الذى اكتشفه بنزياس وويلسون. وبالرغم من أنهم لم يستطيعوا القياس إلا عند طول موجى واحد، إلا أن بنزياس وويلسون فازا بجائزة نوبل أول من استطاع أن يؤكد عملياً الدليل الوحيد على الانفجار العظيم.

لقد أدى اكتشاف خلفية الميكروويف في عام ١٩٦٥ إلى رفض نظرية الحالة المستقرة وتوضيح أن الكون مر بمرحلة عالية الكثافة في الماضي. ولكن هذه الملاحظات لا تستبعد أن يكون الكون نشأ بطريقة مفاجئة وبحجم كبير جداً ولكن ليس عالى الكثافة.



واستمر علماء الفلك المتخصصون في البحث في نطاق موجات الراديو في اكتشاف العديد من مجرات الراديو (أي تلك التي تشع موجات كهرومغناطيسية في نطاق الراديو). بعد ذلك وفي عام ١٩٦٧ قامت طالبة بحث في جامعة كامبريدج تسمى جاكلين بيل بالتقاط نبضات حادة عالية الانتظام على طول موجي ٣,٧ متر من أحد هذه المجرات. واعتقد علماء الفلك وقتها أنهم قد اتصلوا بحضارة خارج الأرض !



كانت هذه النبضات ضيقة جداً، وكان ذلك يعني أن الجسم المشع يجب أن يكون صغيراً جداً لأنه لايمكن أن يقوم جسم كبير بإشعاع نبضات قصيرة جداً. ويلاحظ أن طول الوقت من الممكن أن يجعل النبضات زائغة الحدود، لذلك لكي تصل إلينا بمثل هذه الحدود الواضحة لابد أنها كانت على درجة عالية من الانضغاط. أي أنها قادمة من جسم قطره أقل من ثلاثة آلاف كيلو متر على نفس مسافة النجم.

جاكلين بيل

وبينما كـان فريق الفلكيين من كيمبردج يقـوم بإعلان نتائجه، كـان فريق النظريين في قسـم الرياضيات (سكياما وهوكنج وريس) يجلسـون في المحاضـرة بأناقة.





وقد أخذ الأمر أشهراً قلائل من المناقشة حتى أصبح واضحاً. وكان أول من أوضح ذلك هو تومي جولد والذي كان يعمل قبل ذلك في نظرية الحالة المستقرة.

الثقوب السوداء

مع إقتراب الستينات من القرن العشرين كان كل الناس يتحدثون عن النجوم المنهارة جذبياً. وقد أصبحت النجوم المنهارة جزئياً (مثل الأقزام البيضاء والنجوم النيترونية) هدف علماء الفلك الدائم. ولكن جون ويلر اهتم أكثر بالنجوم ذات الكتلة الكبيرة والتى تنهار كلياً.



وكان لهذه الكلمة تأثير السحر حيث بدأ كل شخص فى استخدامها، وحتى المتخصصين يعرفون الآن أنهم يتحدثون عن نفس الشيء. وقد حلت الثقوب السوداء محل النجوم المنهارة جزئياً فى موسكو وباسادينا وبرينستون وكيمبردج.

عصر الثقوب السوداء

ساد الهراء في كل الأوساط وأصبح العالم على الأقل قادراً على تجميع كل الفيزياء الجديدة المعقدة وعلم الفلك في كلمتين بسيطتين قد ملأتا كل أعمدة الجرائد. والتقط الكتاب هذه الكلمات الرنانة الجديده وظهرت كتب جديدة في العلوم. أما في التليفزيون ظهرت خدع النجوم ذات الأغراض الدخيلة الغريبة هي وسفن الفضاء الخاصة بها. أما في حفلات العشاء كان العلماء في بقعة الضوء ليقوموا بتوضيح الثقوب السوداء لأصحابهم. وكذلك أصبحت الثقوب السوداء كلمات منزلية مألوفة ... ولكن هل يعرف أي أحد حقيقة معناهم ؟




ما هي الثقوب السوداء ؟
فقط أخبرني ما هي الثقوب السوداء ؟

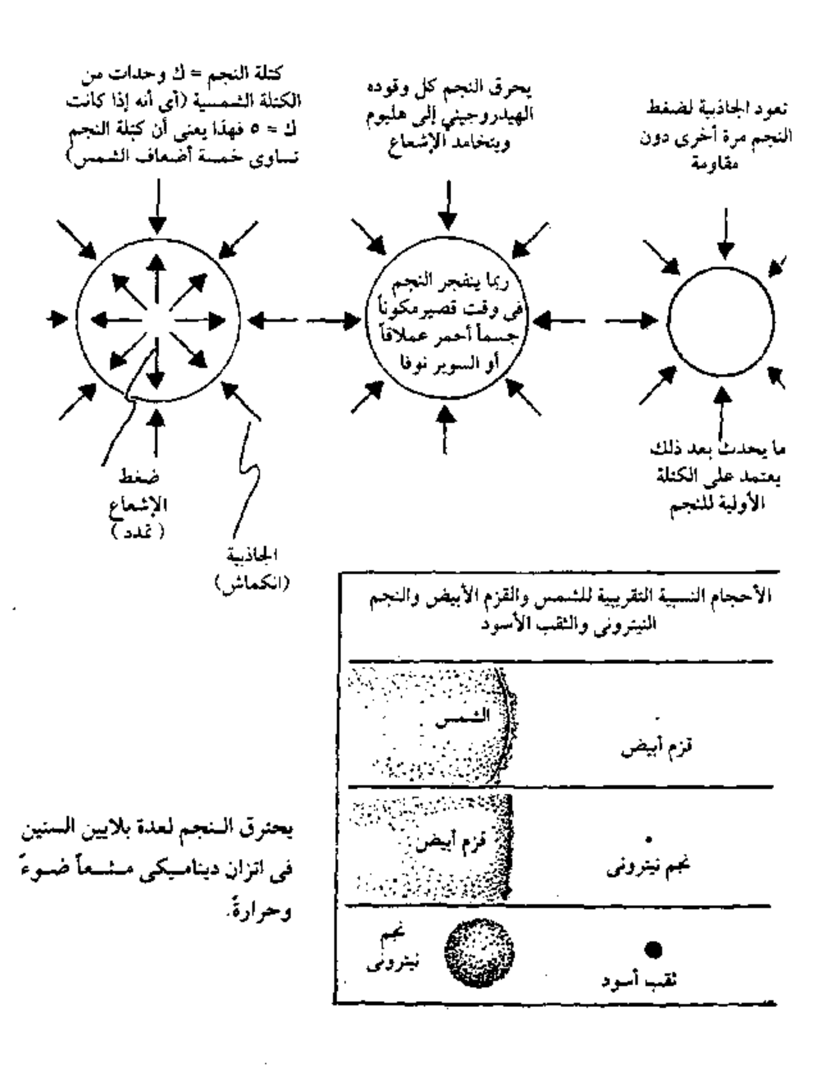

عندما يحرق النجم كل وقوده فإنه ينهار بفعل جاذبيته.
أتعرف أنني كنت أتساءل دائماً مما تتكون النجوم وكيف تطلق الضوء.
لم يكن هذا سؤالاً بسيطاً. تخيل الحلول التي أوجدها سكوارزتشيلد وأوبنهايمر لمعادلات أينشتين وتذكر كيف تقوم الطبيعة بضغط هذه الأجسام السماوية حتى يطويها الفضاء ثم تختفي ... كل ذلك دون أن أستخدم يدي .
ولكن كيف تقوم الطبيعة بضغط هذه الأجسام الهائلة في السماء ؟


مولد وموت النجوم
تكون النجوم عندما تؤدى قوى الجذب المتبادلة بين جزيئاتها الطافية فى الفضاء (معظمها غاز الهيدروجين) الى تكوين قطع كبيرة. ثم تتجمع هذه القطع وتندمج مع بعضها مما يؤدي إلى زيادة الجذب بين الجزئيات التى تقترب أكثر فأكثر حتى يؤدي الضغط الزائد الى حدوث تفاعلات بين الجزيئات تنتج عنها ارتفاعات فى درجة الحرارة.
وتستمر هذه العملية حتى يتوهج الغاز مكوناً إشعاعاً كهرومغناطيسياً بكل الأطوال الموجية وكلما يزداد الانضغاط تزداد شدة التفاعلات حتى يصبح ضغط الإشعاع كبيراً بدرجة كافية ليوقف أى انكماش جذبى.
عند ذلك يصل النجم إلى اتزان ديناميكى ويشع ضوءاً لعدة بلايين من السنين.


ولكن من أين يحصل النجم على الطاقة ليقوم بتسخين الجزيئات بصورة مستمرة وينتج الإشعاع ؟
تمَّ حل هذه المشكلة بواسطة العالم الإنجليزى العظيم آرثر ادنجستون. ويوضح الشكل الشهير الذى رسمه للتركيب الداخلى للنجم كيفية إمداد النجم بالوقود عن طريق تفاعل يحدث فى قلبه مما يمد الطاقة اللازمة لتسخين الغاز باستمرار
وقد تركتها لعالم الفيزياء النووية هانز بيت فى عام ١٩٣٨
على أية حال، فى هذا الوقت لم أكن أفهم العملية التى تتم فى قلب النجم لإنتاج الإشعاع


لقد وضحت أن هناك تفاعل
اندماج نووى (دمج الهيدروجين مع
الهيدروجين الثقيل لتكوين هيليوم)
هو الذى ينتج الطاقة.
وقد وضحت معادلة العلاقة
بين الطاقة والكتلة التى وضعتها ط = ك س٢
كيفية إنتاج كميات من الطاقة عن طريق تحويل
كتلة النجم إلى حرارة، أى أن النجم يحرق
وقوده بالتدريج.
وكذلك عندما يُستهلك كل الوقود
تبقى الجاذبية وحدها، والتى تؤدى
إلى انهيار النجم الى ثقب أسود،
أليس كذلك ؟
حسناً، إن الأمر معقد أكثر من ذلك بقليل،
حيث إن الحالة النهائية تعتمد على مقدار
كتلة النجم الابتدائية.

كيف تنهار النجوم لتكون الأقزام البيضاء والنجوم النيترونية والثقوب السوداء



يحترق النجم لعدة بلايين السنين فى اتزان ديناميكى مشعاً ضوءً وحرارةً.

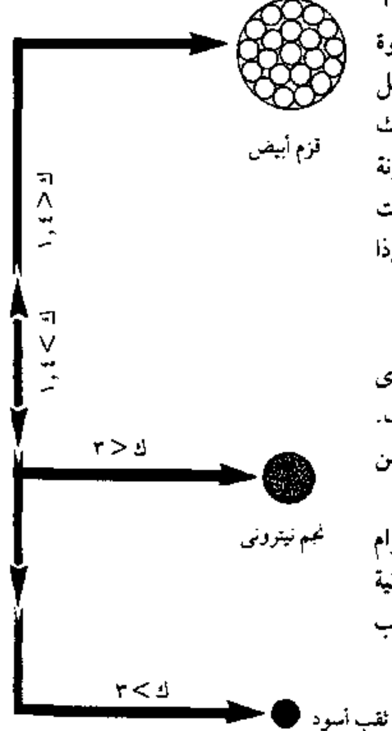
القــزم الأبيض (نصف الـقطر = ١٦٠٠ مـيـل) إذا كـانـت ك أقل من ١,٤ يـنكمش النجم حـتى تتـداخل ذرات الغـاز. عند ذلك تكون قـوى التنافر بيـن الإلكترونات كـافيـة لوقف عملية الانكماش.

النجم الـنيـتـرونى (نصـف القطر = ١٦ كم) إذا كانت ك أكـبر من ١,٤ تـتغلب قوة الجذب علـى المقاومة الإلكـترونية مما يـجعل الإلكتـرونات تسـقط فى النـواة، عند ذلك تندمج الإلـكتـرونات والـبـروتونـات مكونة نيتـرونات. ويقـوم التنافـر بين النيـتـرونات بوقف الانـكمـاش النـاتج عن الجـذب إذا كانت ك أقل من ٣ .

الثقب الأسود

إذا كـانت ك أكـبـر من ٣ لا يسـتطيع أى شيء وقف الانكمــاش الناتج عن الجـذب. عند ذلك يـنـهـار النجم تماماً ويخـتـفى عن الرؤيا؛ يتكون ثقب أسود.

من المـمكن رصــد مســارات الأقــزام البـيـضاء والتقـاط نبضات الـنجوم النيتـرونية الدوارة، ولـكن لا يمكـن رؤية الثــقـــوب السوداء بصورة مباشرة.



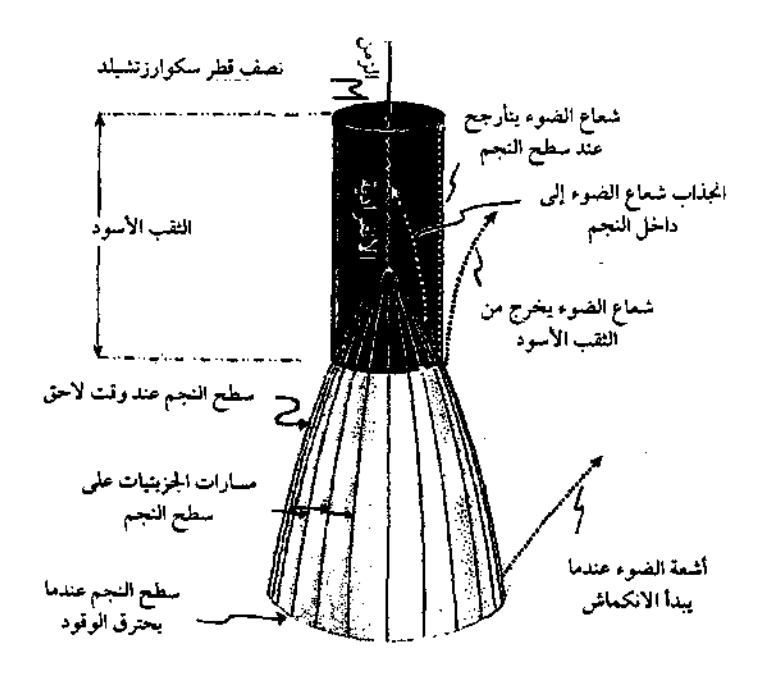
في حالة الثقب الأسود يكون انحناء الفضاء كبيراً جداً لدرجة أنه عند نصف قطر معين (يسمى حدث الأفق) ينثني الضوء المنبعث من سطح النجم إلى داخله، وهذا يعني أن الأشعة تدخل إلى النجم ولا تستطيع الخروج منه، ويختفي النجم عن الرصد بواسطة أي مشاهد خارجي

تقوم هذه الدوائر متناقصة الحجم بتوضيح كيفية إحتراق النجم عن طريق نقصان قطره ماراً بمرحلة الحدث الأفقي* مكوناً الثقب الأسود حتى يصبح في النهاية نقطة انفرادية عند مركزه.

* هذه الكلمة تعني توقف الزمن أي أنه مع تغير الزمن تكون الأحداث ثابتة ولا تتغير وذلك نتيجة لعدم تحرك أشعة الضوء عن سطح النجم كما سنرى فيما بعد. (المترجم).

والرسم التالى يوضح نفس المعلومات ولكن فى رسمه ثلاثية الأبعاد متضمنة الوقت على الإتجاه الرأسى. وهذا الرسم يوضح انحناء أشعة الضوء وانكماش سطح النجم وهو فى طريقه إلى نقطة الانفرادية من خلال الحدث الأفقى وانهيار النجم. من الضرورى جداً فهم مسار أشعة الضوء من سطح النجم مع مرورها على الحدث الأفقى. قبل تكون الحدث الأفقى مباشرة تنحنى أشعة الضوء بقوة كنتيجة لانحناء الفضاء وتستطيع بالكاد مغادرة سطح النجم. وبعد لحظات قليلة عندما يكون النجم فى داخل الحدث الأفقى تنجذب أشعة الضوء إلى داخل النجم باتجاه الانفرادية عند المركز.

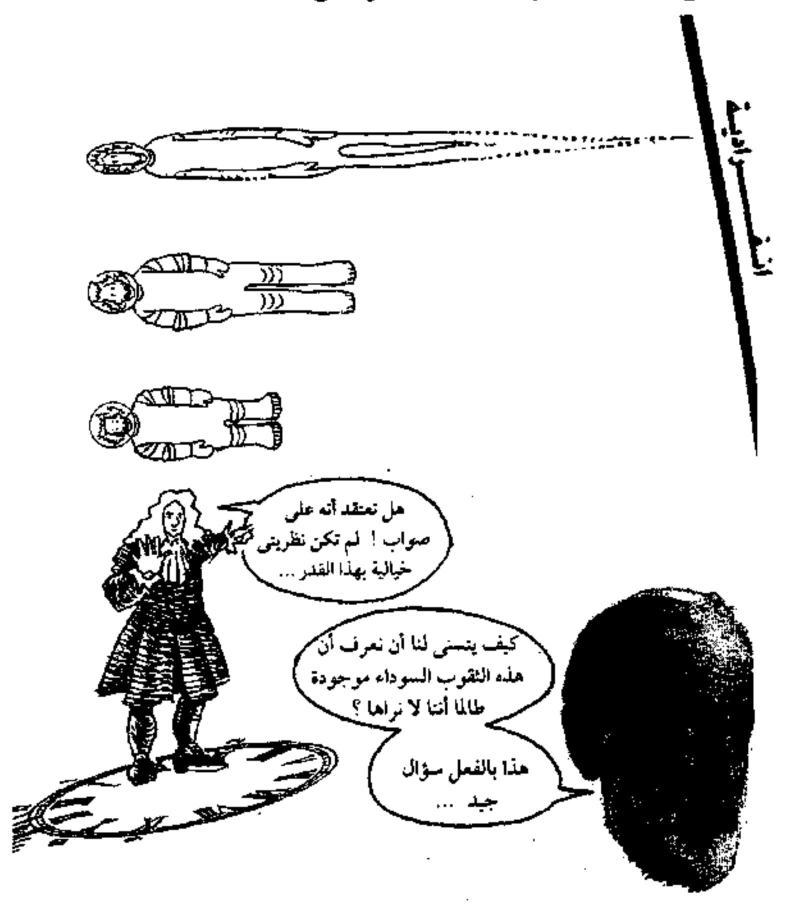
ولكن بين هاتين النقطتين عندما يكون النجم قد وصل الحدث الأفقى تماماً تكون الجاذبية قوية جداً لدرجة أنها لا تسمح للضوء بالخروج من سطح النجم ولكنها ليست على درجة القوة التى تجعل الضوء ينحنى داخل النجم، وهذا يعنى أن أشعة الضوء تحوم عند سطح النجم وهذا هو الحدث الأفقى.



ماذا يحدث إذا سقط شخص ما داخل الثقب الأسود ؟

يقوم أينشتين وعلماء النسبية بالإجابة على هذا السؤال بطريقة تفوق الخيال العلمي فبناءً على حلول أوبنهايمر وسنايدر أي شخص يدخل خلال الحدث الأفقي لابد وأن يبلغ نقطة الانفرادية بنتائج مشئومة. فسوف يخضع لعمليات شد وضغط متتالية حتى يصل إلى مركز الثقب الأسود، وحينها سيشد جسده بطريقة لا نهائية ليصبح لا نهائي الطول وينضغط سمكه وعرضه إلى الصفر مشابهاً الإسباجيتي !

وحتى ذرات جسده سوف يحدث لها نفس الشيء !

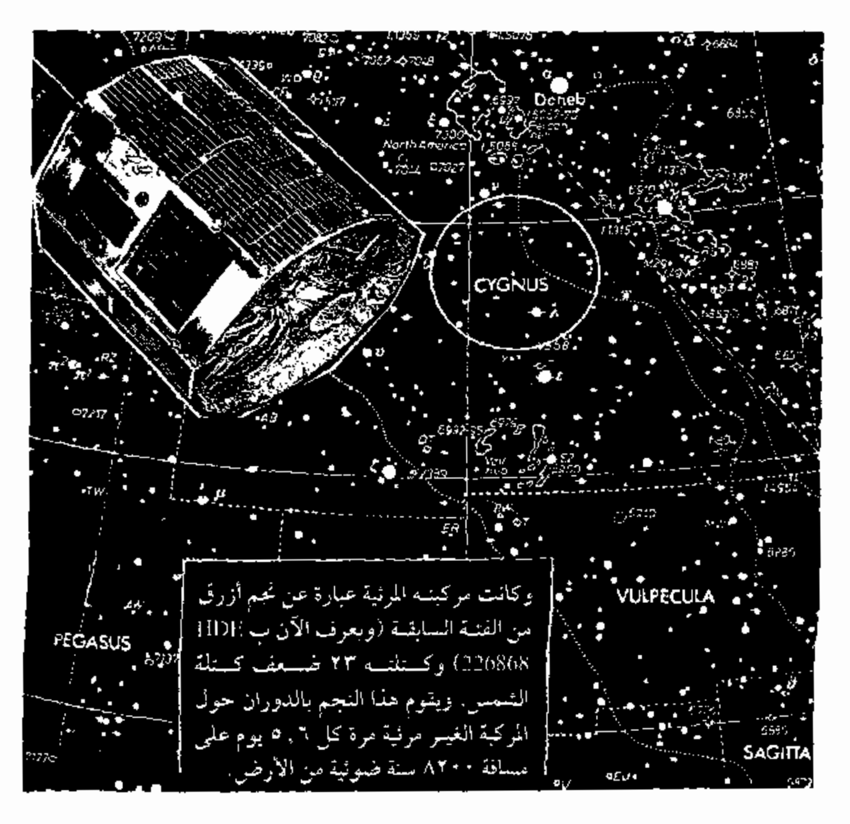


الدليل الرصدى للثقوب السوداء

ذكر ستيفن هوكنج أن هناك الآلاف والآلاف من الثقوب السوداء في مجرة الطريق اللبنية وحدها، ولكن حتى هذا اليوم لم يتمكن أي فلكى من ملاحظة اختفاء أى نجم معروف. ولكى نقوم برصد الثقب الأسود لابد من استخدام طرق غير مباشرة مثل رصد نظام نجمى مزدوج يتكون من نجمين أحدهما مرئي والآخر غير مرئي (أى ثقب أسود). وقد كان لجون ويلر استعارة بليغة لهذا النظام.



في ديسمبر عام ١٩٧٠ تم إطلاق قمر الأشعة السينية «أورنو» من سواحل كينيا. وكان علماء الفلك على وشك استخدام جزء آخر من الطيف الكهرومغناطيسي لاختبار السماء بدقة. وفي خلال سنتين تم التقاط ٣٠٠ مصدر للأشعة السينية. وكان أحد هذه المصادر موجوداً في المجموعة النجمية سيجناس (والتي تسمى الآن (سيجناس X-١)) يشبه تماماً النظام النجمي المزدوج الذي كان ينتظره المتحمسون للثقب الأسود.



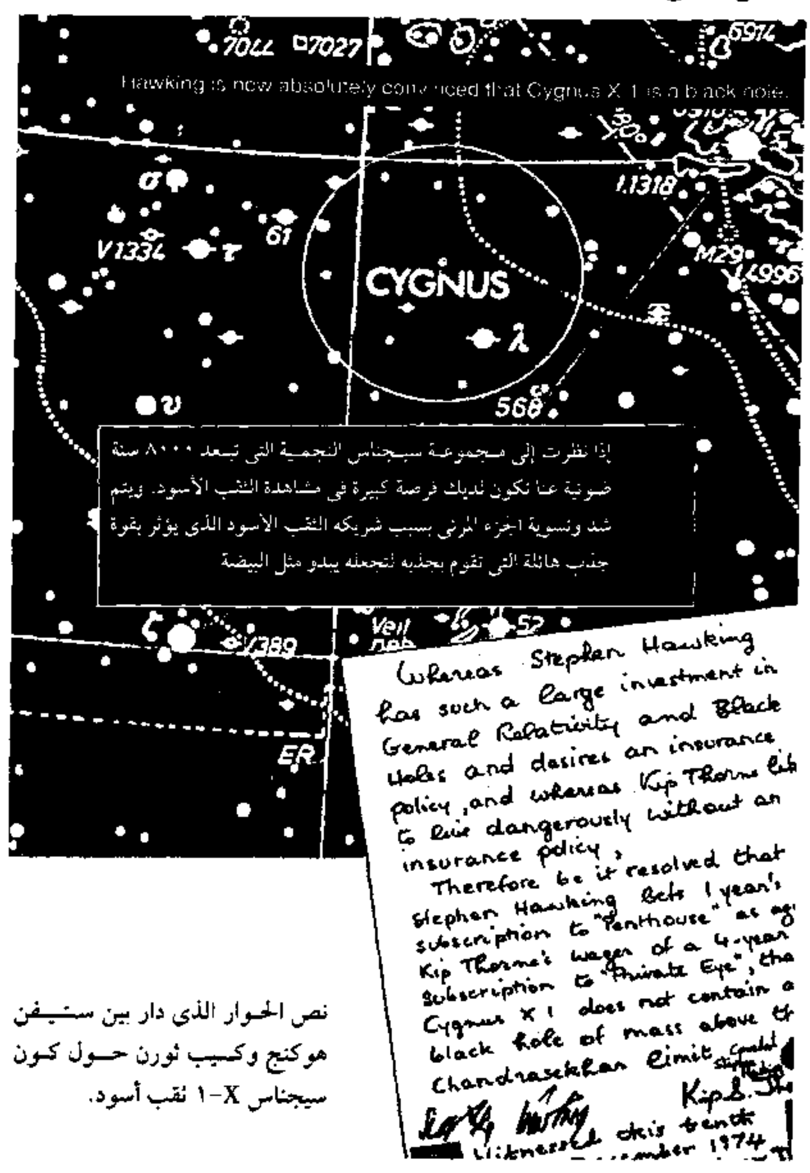
وكانت مركبته المرئية عبارة عن نجم أزرق من الفئة السابقة (ويعرف الآن ب HDE 226868) وكتلته ٢٣ ضعف كتلة الشمس. ويقوم هذا النجم بالدوران حول المركبة الغير مرئية مرة كل ٥,٦ يوم على مسافة ٨٢٠٠ سنة ضوئية من الأرض.

وبواسطة التقدير الجيد لكتلة وفترة دوران HDE 226868 تمكن علماء الفلك من حساب كتلة الجزء غير المرئي لتكون ١٠ أضعاف كتلة الشمس. وهي كبيرة جداً ولا يمكن أن تكون نجم نيتروني ، لذلك فهي ثقب أسود.

عند ذلك قام العلماء النظريون بتطوير نموذج لوصف الأشعة السينية. وقد اعتقدوا أن الثقب الأسود يقوم بمص المادة من شريكه المرئى صانعاً بذلك قرصاً إضافياً حول نفسه. وتقوم الأجزاء الداخلية الساخنة والتى تتحرك بسرعة الضوء تقريباً بعمل نبضات مفاجئة من الأشعة السينية قبل اختفاء هذا الجزء الحلزونى من الماده داخل الثقب الأسود.

ومنذ اكتشاف سيجناس X ١ تم إطلاق قمر صناعى يعمل بالأشعة السينية آخر في عام ١٩٧٨ يسمى أينشتين. وقد قام هذا القمر برصد أكثر من ١٠٠٠ مصدر للأشعة السينية. ومن هذا يوجد فقط اثنان أو ثلاثة يتوافقون مع الثقب الأسود بينما المئات منها تعتبر نجوماً نيترونية. ويبدو أن الطبيعة تفضل النجوم النيترونية الأكثر استقراراً على الثقوب السوداء.

ويقتنع هوكنج تماماً الآن بأن سيجناس X-١ هو ثقب أسود.



نص الحوار الذى دار بين ستيفن هوكنج وكيب ثورن حول كون سيجناس X-١ ثقب أسود.

السبعينات : هوكنج والثقوب السوداء

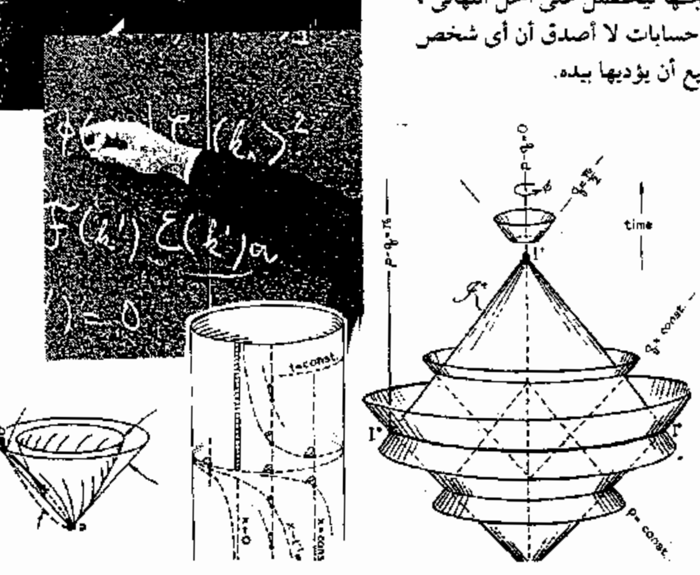
فى بداية السبعينات سادت النسبية العامة والثقوب السوداء. وكان هوكنج فى هذه الأحيان يحتاج إلى مشاية ذات أربع أرجل لكى يتزن فى حركته. وكان يعمل باستقلال ويختار شركائه فى العمل من جميع أنحاء العالم. قام هوكنج بتطبيق الأساليب الرياضية المتقدمة التى وضعها بنروز (من الطبولوجى) على خصائص الثقوب السوداء. ولم يستطع جون ويلر ومجموعته البحثية فى برينستون وزيلدوفيتش ومجموعته فى موسكو وكذلك كيب ثورن أحد طلاب ويلر فى هذا الوقت لم يستطع كل هؤلاء مجاراة هوكنج. فقد تمكن من تسيد كل هذه الطرق الرياضية وأصبح اسمه مقروناً بالثقوب السوداء.

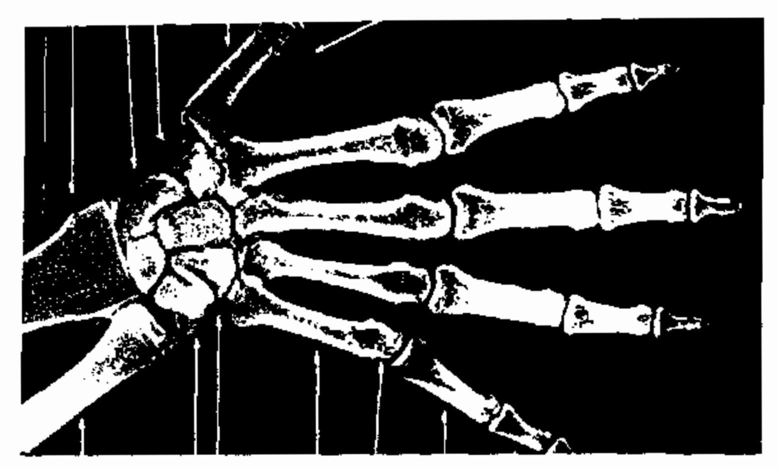


اصبح ثورن صديقاً حميماً لهوكنج ولاحظ تطوره عن قرب.

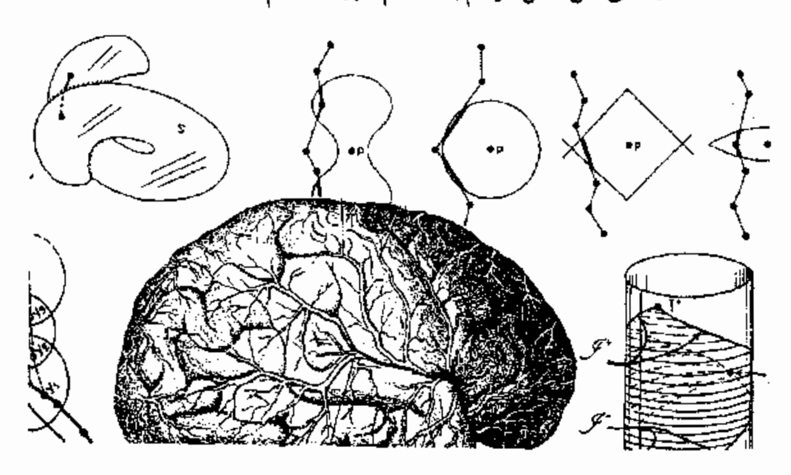
في نوفمبر ١٩٧٠ كان ستيفن يخطو أولى خطواته الواسعة كفيزيائي وكان له العديد من الاكتشافات الهامة بالفعل، ولكنه لم يكن رمزاً شائعاً. ومع بداية السبعينات لاحظنا أنه أصبح شائعاً. ومع وجود معاناته المرضية كيف تمكن من التغلب في التفكير والبديهة على زملائه ومنافسيه أمثال روجر بنروز وفرتر إسرائيل وياكوف بوريسوفيتش زيلدوفيتش ؟!

لقد كانوا يستخدمون أيديهم فيستطيعون أن يرسموا أشكالاً ويكتبوا حسابات طويلة في أوراقهم والتي يقوم الشخص فيها بالتوصل إلى نتائج مرحلية ثم يعود ليستخدم هذه النتائج ويدمجها ليحصل على الحل النهائي ، وهي حسابات لا أصدق أن أي شخص يستطيع أن يؤديها بيده.





ولقد اتضح أن أشكال ومعادلات هوكنج العقلية مفيدة جداً وفعالة فى بعض الحالات وأقل فاعلية فى بعض الحالات الأخرى، وبالتالى لقد تعلم تدريجياً كيف يقوم بالتركيز فى المشاكل التى يمكن أن تحل بفاعلية تامة باستخدام طرقه الرياضية. ومع بداية السبعينات كانت أيدى هوكنج قد شلت لدرجة أنه لا يستطيع أن يرسم شكلاً ولا حتى يكتب معادلة. وبذلك كان عليه أن يقوم بإكمال بحثه كله فى رأسه. ولكن لأن شلل يديه كان تدريجياً فقد كان لهوكنج الفرصة الكافية لكى يتحول تدريجياً ويدرب عقله على التفكير بأسلوب مختلف عن عقول علماء الفيزياء الآخرين. وكان يفكر فى أنواع جديدة من الأشكال العقلية البديهية والمعادلات العقلية التى تحل محل الرسم باستخدام الورقة والقلم وكتابة المعادلات بالنسبة له.



لحظة الإلهام عند هوكنج

واحدة من المشاكل التى استخدم هوكنج فيها الصور العقلية ليتصورها كانت دراسة المساحة السطحية للثقوب السوداء، والتى بدأت كمشكلة خفية فى ديناميكا الثقوب السوداء ثم أدت إلى أعظم اكتشاف فى الفيزياء. ومثلما تذكر أينشتين أسعد تفكير له يستطيع هوكنج أن يتذكر بالضبط ماذا كان يفعل عندما أتت إليه جرثومة أفضل الأفكار.

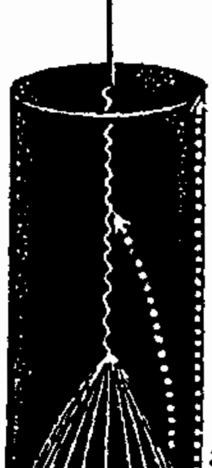


فى أحد الليالى فى نوفمبر عام ١٩٧٠ بعد مولد ابنتى لوسى بقليل كنت قد بدأت فى التفكير حول الثقوب السوداء حينما أويت إلى فراشى. وقد أدى عدم قدرتى على التحرك إلى جعل هذا التفكير يسير ببطء لذلك أخذت وقتاً طويلاً.

لقد لمعت فى رأسه فكرة أن مساحة سطح الثقب الأسود لا يمكن أن تقل أبداً، مع الأخذ فى الاعتبار مسار أشعة الضوء التى تحوم عند الحدث الأفقى لثقبين أسودين.

ولم يكن يحتاج للورقة والقلم ولا حتى للكمبيوتر فقد كانت الصورة مرسومة فى رأسه.









ربما لا تبدو هذه الجملة استثنائية حيث إنه لا يمكن أن يخرج أي شيء من الثقب الأسود ويمكن لأي شيء الدخول فيه، فكيف يمكن أن يقل حجم الثقب الأسود ؟ ولكن فكرة هوكنج كانت أكثر عمومية من ذلك، حتى لو التقى ثقبان واندمجا تكون المساحة الكلية دائماً أكبر من ١ أو تساوي على الأقل مجموع مساحتي الثقبين معاً. وقد نشر نتائجه هذه.

مساحة سطح الثقب الأسود يمكن أن تزداد فقط أو تبقى كما هي، ولكنها لا يمكن أن تقل.

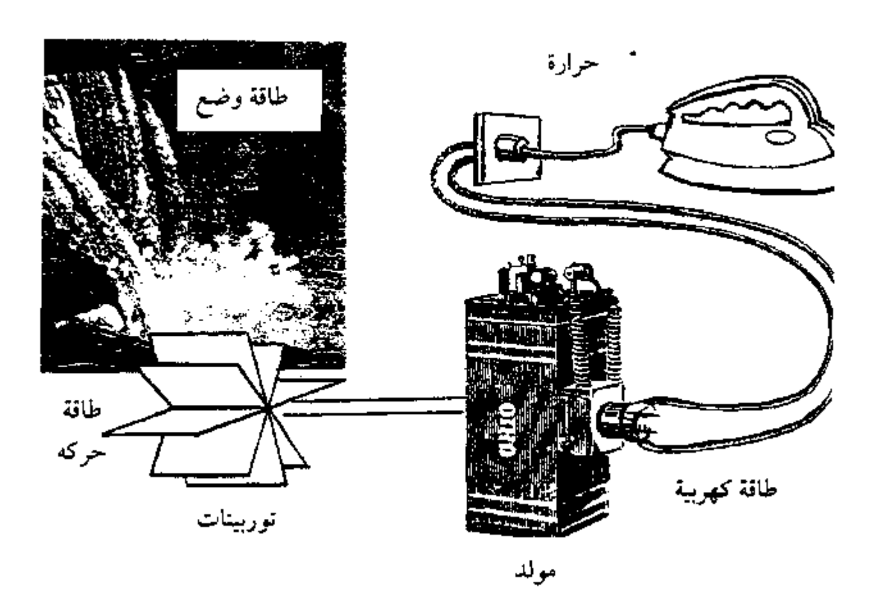
قانون هوكنج لزيادة المساحة

هذه الجملة ... لا يمكن أن تتناقص ... جعلت العلماء يفكرون في الحال في الانتروبي (مقياس عدم الانتظام) الذي يظهر في القانون الثاني للديناميكا الحرارية : الانتروبي لأي نظام يمكنه فقط أن يبقى ثابتاً أو يزداد ولكنه لا يمكن أن يتناق [illegible] ان النظام معزولاً وتُرك ليصل إلى الاتزان).

هذا القانون له تاريخ شيق جداً وبالفعل هو شيء نحتاج لمعرفته

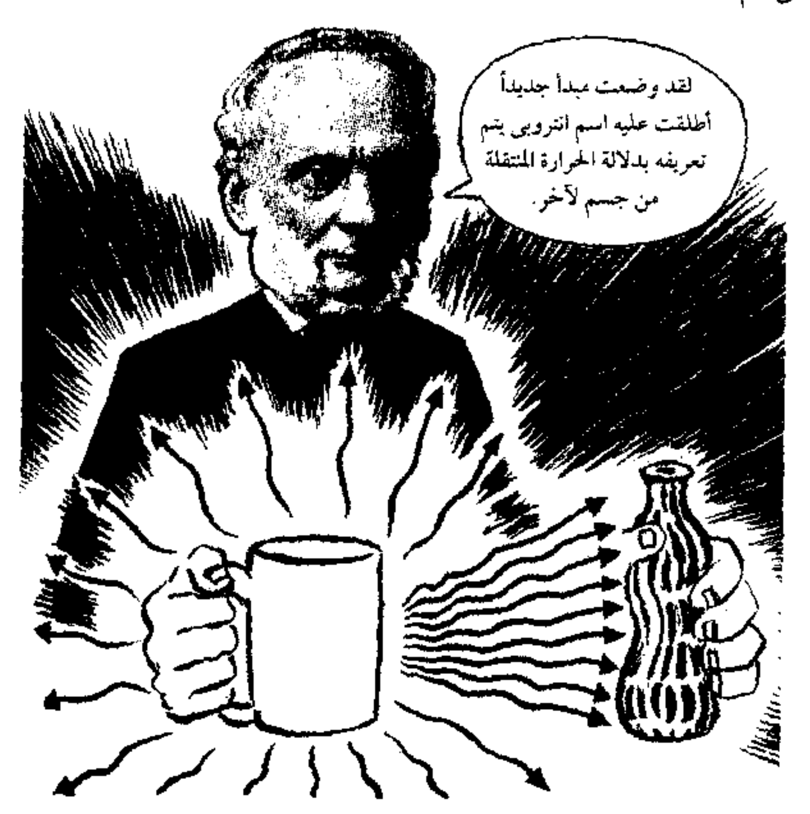
قوانين الديناميكا الحرارية

خلال القرن التاسع عشر تم تطوير مجموعة من العلاقات الرياضية بواسطة علماء الكيمياء والجيولوجيا والفيزياء والتي أدمجت العديد من المبادئ المتباينة في قوانين قوية قليلة . وقد تم توضيح أن أشياء مثل الحرارة وطاقة الحركة هي عبارة عن صور مختلفة لنفس الشيء (الطاقة) التي استخدمت بالفعل في وصف التأثيرات الكهربية والكيميائية والمغناطيسية. الطاقة الكلية المتاحة في الكون (أكبر الأنظمة المعزولة) ثابتة ويمكن أن تتحول من صورة لأخرى . هذا هو نص القانون الأول للديناميكا الحرارية



والقانون الثانـى للديناميكا الحرارية أكثر بساطة في مظهره ولكنه عميـق فى معناه. وقد وضح هيرمان فون هيلمهولتز فى محاضرة ألقاهـا عام ١٨٥٤ أنه بمرور الوقت تتحول كل الطاقة إلى حرارة عند درجة حرارة منتظمة وعندها تتوقف كل العمليات الطبيعية. وهذا هو مبدأ الموت الحرارى للكون المبنى على مبدأ تبديد الطاقة.

وهناك طريقة أخرى لتعريف هذا المبدأ اقترحها عالم الفيزياء الألمانى رادولف سليزيوس فى عام ١٨٦٥ .



وقـد وضـح أن الانتروبى الكـلى لنظام ما يزداد دائـماً كلمـا انـتقلت الحرارة من جـسم ساخن إلى آخر بارد. وهو يزداد أيضاً مع تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة داخلية (حرارية) كما فى بعض عمليات التصادم والاحتكاك.

وقد تم تعريف الانتروبى بطريقة أكثر عمومية بواسطة عالم الفيزياء الأسترالى لدويج بولتزمان فى ١٨٧٨ .



ومن الممكن الآن تعريف مبدأ تبديد الطاقة (أو القانون الثانى للديناميكا الحرارية) بطريقة أكثر بساطة : يميل أنتروبى النظام المعزول دائماً إلى الازدياد، ماذا يعنى ذلك ؟ يعنى ذلك أن الحرارة لا تنتقل بنفسها من الجسم الساخن إلى الجسم. ولكنها تقوم بإنقاص الأنتروبى للنظام ولذلك فهى محرمة بواسطة القانون الثانى للديناميكا الحرارية. هذا القانون يخبر الوقت أى المسارات يسلكها.

ما أهمية القانون الثانى للديناميكا الحرارية ؟ فيجب ألا يقل شيوع هذا السؤال بيننا عن أحد مولفات وليام شكسبير كما أشار الكاتب سنو فى كتابه الشهير «الحضارتين والثورة العلمية».



والآن نعود للثقوب السوداء ...

عندما تصل الأجسام إلى اتزان حرارى يكون لها درجة حرارة، وبالتالى يجب أن تطلق إشعاعاً حرارياً، أى تتبادل الطاقة مع المحيط من حولها.

ولكن كل واحد يعرف أن الثقب الأسود لا يشع أى شىء. وهذه هى الخاصية المعروفة للثقب الأسود. لذلك يمكن أن يدخل أى شىء فى الثقب الأسود ولكن لا يمكن أن يخرج أى شىء منه ولا حتى الضوء أو أى إشعاع آخر.



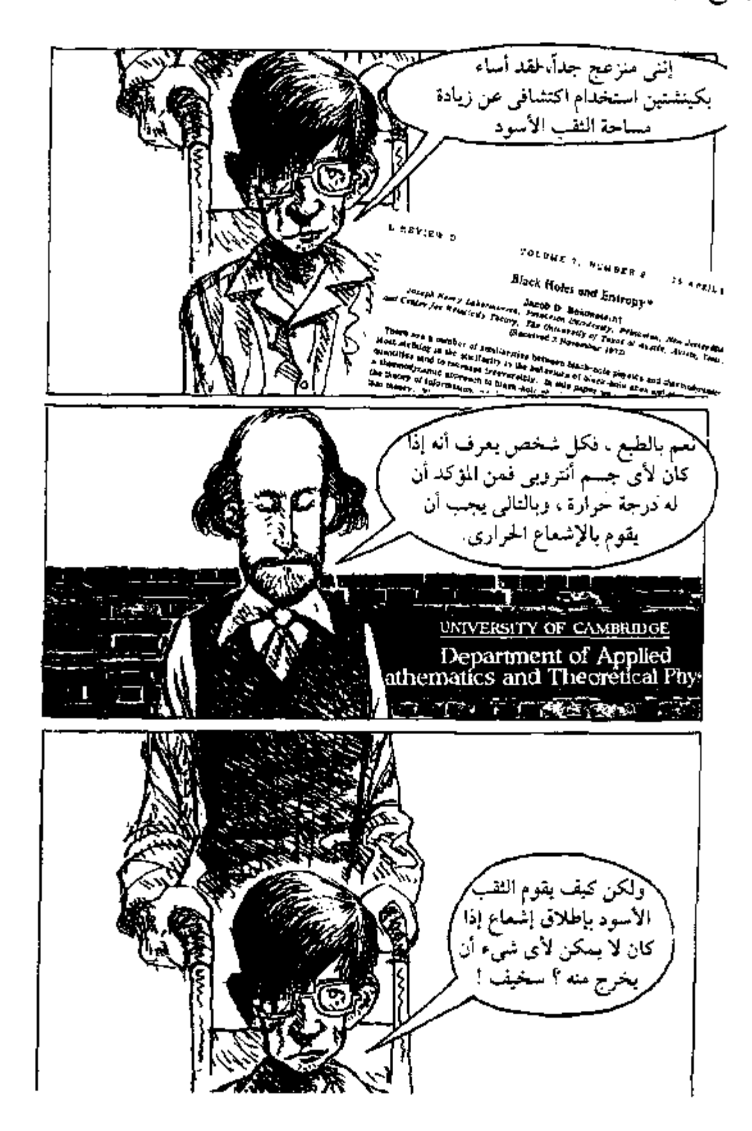
كان هذا حتى بدأ أحد طلاب الدراسات العليا الذى يعمل مع جون ويلر يسبب المشاكل.

المولد البحثي لفكرة جديدة

هذا هو الحوار الذي دار بين جون ويلر وأحد طلاب الدراسات العليا يعقوب بكينشتين في برينستون في نيوجيرسي.



نعود فى غضون ذلك إلى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية حيث يتحدث هوكنج وبرانسون كارتر عن بحث بكينشتين.

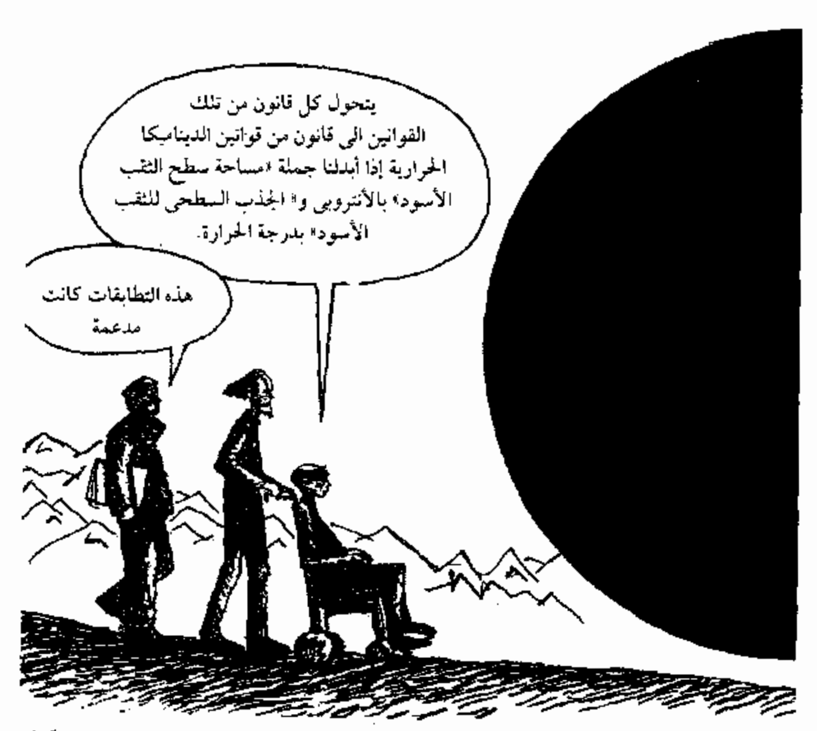


أغسطس ١٩٧٢ ،
مدرسة لوهاتش الصيفية في فيزياء الثقوب السوداء

في سفح جبال الألب الفرنسية اجتمع هوكنج وجيمس باردين وبراندون كارتر ووحّدوا قواهم من أجل استنتاج المجموعة الكاملة للقوانين التي تحكم تطور الثقوب السوداء من معادلات النسبية العامة. وعندما انتهوا كانوا قد وضعوا مجموعة من قوانين تكوين الثقوب السوداء التي تتشابه إلى حد مذهل مع قوانين الديناميكا الحرارية.

الأنتروبي = ثابت X مساحة سطح الثقب الأسود $S = K_1 A$

درجة الحرارة = ثابت X الجذب السطحي للثقب الأسود $T = K_2 G$



وفي غضون ذلك كان يعقوب بكينشتين طالب الدراسات العليا ما زال مقتنعاً بأن الثقوب السوداء لها أنتروبي.



وبعد هذه المدرسة استمر بكينشتين فى تعريف مساحة سطح الثقب الأسود على أنه هو الأنتروبى فى المجلات العلمية. ولكنه لم يؤكد أن الثقوب السوداء لها درجة حرارة أو أنها يجب أن تطلق إشعاعاً لقد كان بكينشتين متوافقاً مع قوانين الديناميكا الحرارية.

وعلى الجانب الآخر استمر هوكنج في مهاجمة استنتاجات بكينشتين ولكنه ازداد في الحيرة.



لقد تم إجراء كل الحسابات على الثقوب السوداء باستخدام التقريب المبنى على النسبية العامة وهو صحيح بالنسبة للأجسام الكبيرة. هذه التقريبات تجاهلت أى تأثيرات كمية (مبنية على نظرية ميكانيكا الكم)، والتى بالتأكيد تبدو ذات تأثيرات متجاهلة بالنسبة للثقوب السوداء.



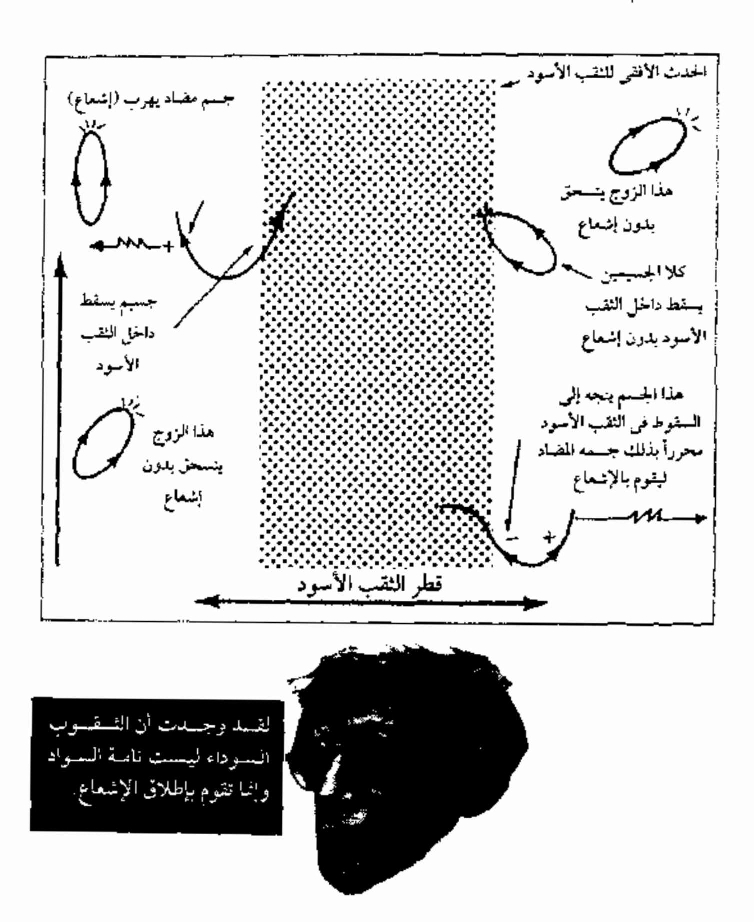
لقد حان الوقت لشىء نحتاج لمعرفته.

مبدأ اللايقين والجسيمات المفترضة

ينص مبدأ اللايقين، كما وضعه فيرنر هايزنبرج في عام ١٩٢٧ ، على أن هناك حدوداً لإمكانية ملاحظة الكميات الفيزيائية (مثل المكان وكمية التحرك والطاقة وحتى الزمن) بدقة. وهذه ليست حدوداً مرتبطة بأدوات القياس ولكنها حدود مميزة متأصلة في الكون الذي لا يظهر أي كمية بدقة مطلقة. وإذا أخذنا في اعتبارنا الفضاء الخارجي، نظن أنه لا يحتوي أي شيء على الإطلاق وبالتالي ليس له طاقة. ولكننا لا يمكن أن نكون متأكدين من هذه الطاقة الصفرية بسبب نفس هذا النقاش، فربما إذا أمعنا البحث نستطيع أن نجد أي طاقة، على الأقل لوقت قصير.



وقد أخـذ هوكنج فى اعتبـاره ما يمكن أن يحدث عند سطح الثقب الأسود (أى عند الحدث الأفقى) حيث يتفاعل المجال الجذبى القوى مع هذه الأجسـام الوهمية. وقد أدمج ميكانيكا الكم والنسبية العامة لأول مرة فى حسابات واحدة. وما وجده كان رائعاً تماماً.



وقد بدا أن الجـاذبية الشديدة تجذب أحـد الجسيمـات (ذو الطاقة السالبـة) إلى داخل الثقب الأسود وتنقص طاقـة الثقب الأسـود كنتيجـة لذلك بينما تتـرك الآخر (ذو الطاقة الموجبـة متحرراً فى صورة إشعاع والذى يمكن التقاطه بواسطة راصد خارجي.

وأكثر مظاهر هذه النتيجة روعة هو طبيعة الإشعاع فى الثقوب السوداء . فهى لها طيف إشعاع حرارى تام. وهذا يعنى أن هذه الثقوب السوداء تعتبر مثل أى جسم آخر فى الكون. وقد اتضح من ذلك أن الثقب الأسود لم يكن له انتروبى فقط ولكن أيضاً له درجة حرارة ويخضع لقوانين الديناميكا الحرارية التى وضعت فى نهاية القرن التاسع عشر. وقد استخدم الكاتب العلمى دينيس أوفرباى فى كتابه عن علم الكونيات الحديث «القلوب المنعزلة للكون» استعارة فعالة لوصف أحاسيسه تجاه اكتشاف هوكنج.



ظهر هذا وكأنما وجد هوكنج محركاً بخارياً قديماً داخل سيارة فيرارى حديثة.

وقد أُسر فريمان دايزون (وهو أحد أفضل علماء الرياضيات فى العالم) بالنظرية الجديدة التى وضعها هوكنج وكتب مقالة بعد زيارة هوكنج لمعهد الدراسات المتقدمة فى برينستون.



وقد كره هوكنج أن ينشر أفكاره الجديدة واقتصرت معرفتها على بعض الرفاق القلائل. وقد قابل دينيس سكياما الذي أتى إلى كامبريدج من أوكسفورد لميعاد مع أحد تلاميذه السابقين وهو مارتن ريس والذي كان وقتها في معهد الفلك في كيمبردج.



فبراير ١٩٧٤ . معمل راذرفورد - أبيلتون، أوكسفورد

المدير جون تايلور أستاذ الرياضيات المعروف ومؤلف كتاب شهير في الثقوب السوداء يقدم هوكنج.



بعد ذلك خرج تايلور هائجاً من الجلسة وجلس هوكنج مصدوماً في سكون. وكان يعرف أن محاضرته ستلقى الكثير من الجدل ولكنه لم يتوقع أبداً شيئاً مثل هذا.

وبعد شهر من هذه المقابلة قام هوكنج بنشر بحث فى هذا الإشعاع الجديد تحت اسم «انفجارات الثقوب السوداء» فى مجلة الطبيعة Nature.

وقد أصبح هذا البحث هو موضوع النقاش فى كل أقسام الفيزياء فى كل مكان وصاحبه العديد من الشكوك.

وبعد أربعة أشهر قام تايلور وبول دافيس بنشر رد سريع فى نفس المجلة، هل تنفجر الثقوب السوداء فعلاً ؟

Black hole explosions?

QUANTUM gravitational effects are usually ignored in calculations of the formation and evolution of black ... The justification for this is that the radius of curvatur... time outside the event horizon is very large co... the Planck length $(G\hbar/c^3)^{1/2} \approx 10^{-33}$ cm, the len... which quantum fluctuations of the metric are ...

$$b_i = \sum_j \{\bar{\alpha}_{ij} a_j - \bar{\beta}_{ij} a ...$$

$$p_i = \sum_j \{\alpha_{ij} f_j + \beta_{ij} ...$$

$$< 0_- | b_i^+ b_i | 0_- > = ...$$

The author is very grateful to G. W. Gibb... and help.

S. W. HAWKING
Department of Applied Mathematics and Theor...
and
Institute of Astronomy
University of Cambridge

Received January 17, 1974.

Do black holes really ex...

THE creation of particles out of ... regions of space–time where the ... Theoretical discussions of this proc... tational difficulties, however, becau... is only well understood in Minkow... some simple cases, for example with ... cosmologies, or of black holes of t... type, the existence of a global timel... very plausible extension of the Min... particle. A number of exact results ... these results (ref. 1, and C. J. Isham, ...

P. C. W. DAVIES
J. G. TAYLOR
Department of Mathematics,
King's College London, Strand,
London WC2, UK

Received March 5, 1974.

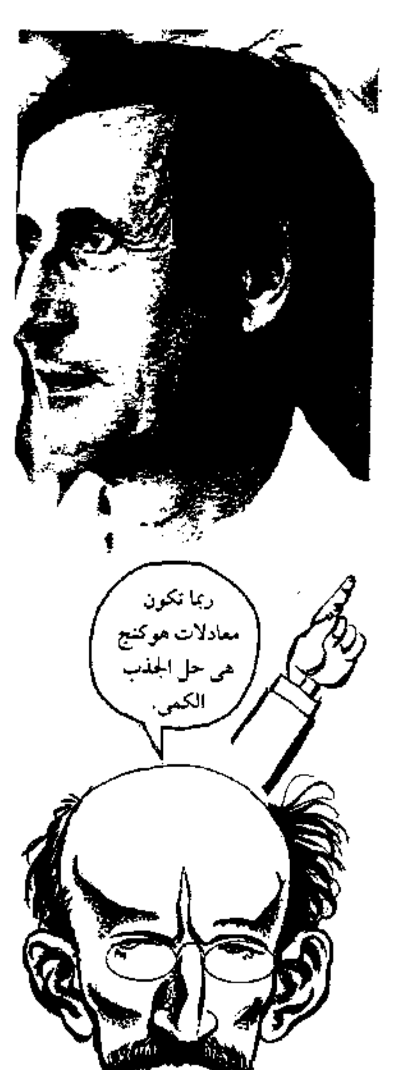


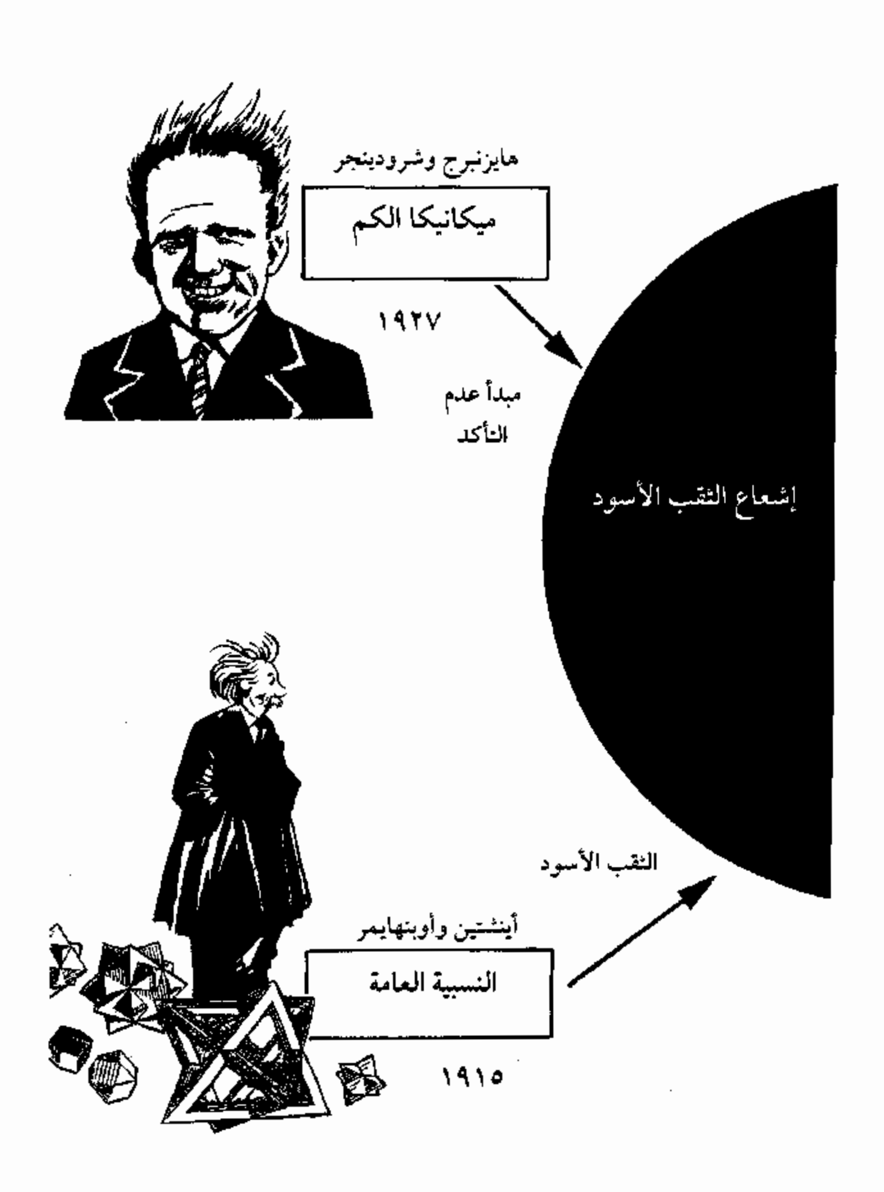
قـام فريمـان دايزون بمقارنة الصـيغ التى وضـعهـا «هوكنج» بنظرية «مـاكس بلانك» فى عام ١٩٠٠ والتى أدت إلى ظـهور نظرية الكم.

وقد كـتب هوكنج معـادلة تشبه مـعادلة بلانك وهي S=KA حيث S هو الأنتروبى للثقب الأسود وA هي مساحة سطحه أما K فـهـو ثابت. ولكن مـا مـعنى قـولنا بأن الأنتـروبى والمسـاحـة هـمـا نفس الشيء ؟ ونحن بعـيـدون عن فهم هذه المـعادلة تماماً كمـا كان بلانك بعيـداً عن فهم نظرية الكم فى عام ١٩٠٠.

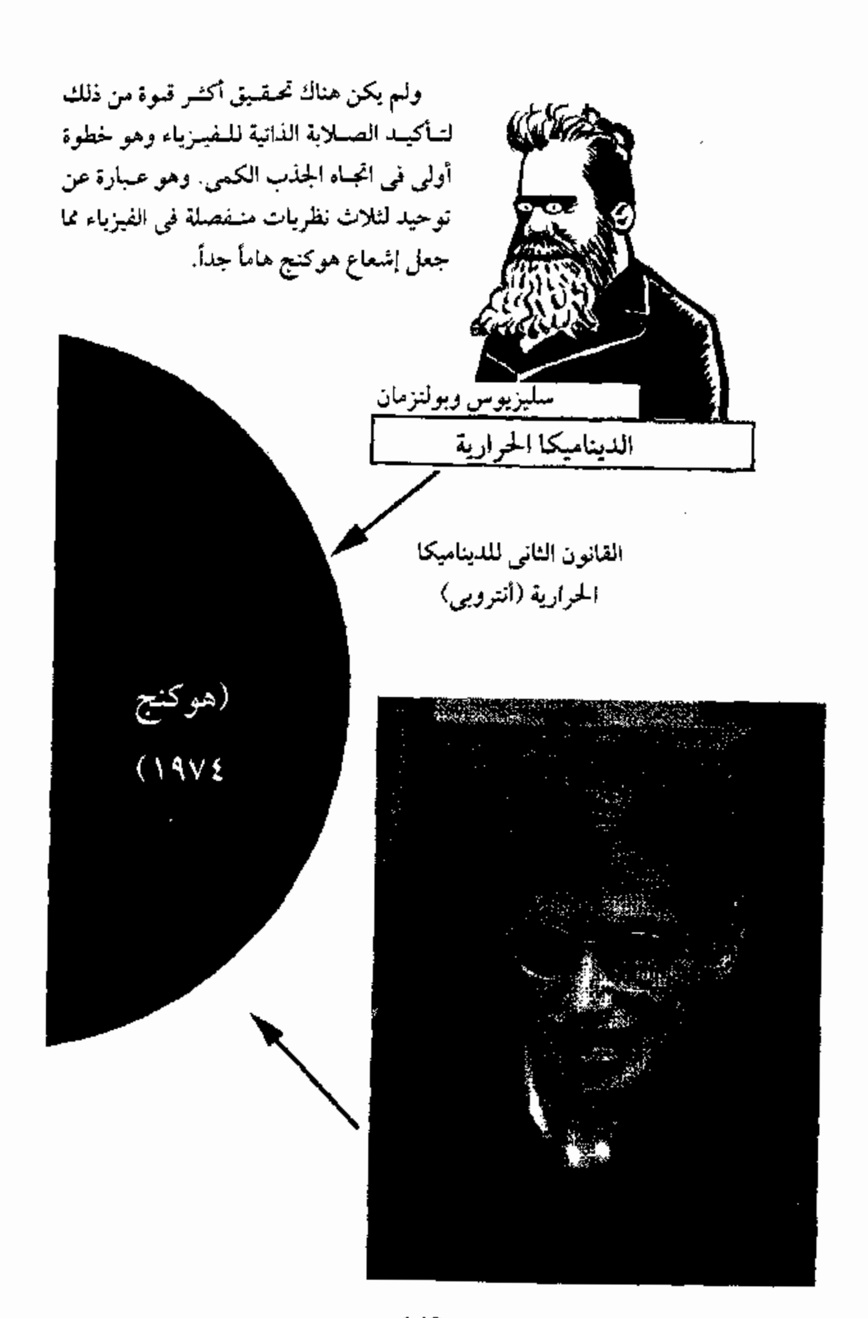
كل مـا نـسـتطيع قـوله بالتـأكـيـد هو أن سـؤال هوكنج هـو حل للغـز الـثـقـوب السوداء. ويمـكن أن نكون متأكـدين من أن هذا سيكون هو المبدأ الأساسى للنظرية التى جـمـعت الـنسـبـيـة العـامـة ونـظرية الكم والديناميكا الحرارية مع بعضهم.

ربما تكـون أفـضل طريقـة للـنظر إلى اكتشاف هوكنج باستـخدام شبـيه تاريخى. فى عـام ١٩٠٠ قـام بلانك بكتـابة المعـادلة E=h U حـيـث E هى طاقة الموجـة الضوئية وU هو ترددها أما h فهو ثابت يسمى ثابت بلانك. هذه المعادلة كانت بداية نظرية الكم ولكنهـا فى عـام ١٩٠٠ لـم يكن لهـا مـعنى فيزيـائى ، لقد بدأ يكون لها معنى فـقط بعد خمس وعشـرين عاماً عندما تم استخـدامها فى النظرية التى نـسميها الآن بنظرية الكم.




هايزنبرج وشرودينجر
ميكانيكا الكم
١٩٢٧
مبدأ عدم
التأكد
إشعاع الثقب الأسود
الثقب الأسود
أينشتين وأوبنهايمر
النسبية العامة
١٩١٥

ولم يكن هناك تحقيق أكثر قوة من ذلك لتأكيد الصلابة الذاتية للفيزياء وهو خطوة أولى فى اتجاه الجذب الكمى. وهو عبارة عن توحيد لثلاث نظريات منفصلة فى الفيزياء مما جعل إشعاع هوكنج هاماً جداً.



وقد آتى التعرف على أهمية أعماله سريعاً. فبعد أسابيع قلائل من نشره البحث عن إشعاع الثقوب السوداء تسلم أعلى تكريم بريطاني. وفى عمر ٣٢ عاماً أصبح زميل الجمعية الملكية وهو المنصب الذى جعله فخوراً جداً بالفعل.

وبعد ذلك بقليل تمت دعوة هوكنج لقضاء عام بأكمله خارج كيمبردج فى كالتك فى باسادينا لدراسة علم الكونيات مع عالم النظرى الأمريكى كيب ثورن



وقد تسلم هوكنج إثناء إقامته في كاليفورنيا خطاباً من الفاتيكان فى روما يخبره بأنه تم اختياره بواسطة الأكاديمية البابوية لمنحة ميدالية البابا بولس العاشر.

وبطريقة غريبة بدأ هذا التكريم فى إبعاده عن الثقوب السوداء، وجعله يتجه إلى البحث فى بداية الكون وكان هذا للأمر بالغ الأهمية بالنسبة للكنيسة الكاثوليكية الرومانية.

هوكنج والفاتيكان ـ جاليليو العصر الحديث

إن الكنيسة الكاثوليكية الرومانية لها اهتمام قوى فى النظريات العلمية عن السماء. وقد رعت الكنيسة على مر القرون التدريس العلمى لمبادئ أرسطو والنظام السماوى الذى وضعه البطالمة والذى وضع الأرض والإنسان فى مركز الكون. وفى عام ١٦٠٠ تم حرق جيوردانو برونو الذى كان ينشر مبادئ كوبرنيكوس عن مركزية الشمس والتى تقول بأن الشمس وليست الأرض هى التى فى مركز الكون.



وبعد ثلاثة وثلاثين عاماً تم إجبار جاليلو جاليلى بكل صور العذاب على إنكار إيمانه بمبادىء كوبرنيكوس وبعد ذلك تم تحديد إقامته فى منزله فى أرسيترى حتى نهاية عمره.

وقد كيّف الفاتيكان تصوراً أكثر رقة فى التعامل مع الأشخاص الذين يقومون بالإجابة على الأسئلة الكونية. ويبدو الآن أنهم يسعون إلى التودد إلى ستيفن هوكنج وهو أحد علماء الكونيات، ترى لماذا ؟



لقد سارعت الكنيسة بقبول هذه الفكرة بناء على قواعد الفاتيكان. وفى ٢٢ نوفمبر ١٩٥١ فى افتتاح اجتماع الأكاديمية البابوية للعلوم، صرح البابا بولس الحادى عشر، بأن فكرة لامايتر تتوافق مع مبدأ الخلق الكاثوليكى. وكنتيجة لذلك كان أى عالم يدعم الانفجار العظيم يعتبر بالتأكيد صديقاً لروما.





ومع نهاية السبعينات تحقق هوكنج من أن النسبية العامة لايمكن استخدامها في وقت الانفجار العظيم، وذلك بسبب مبدأ عدم التأكد، وبدأ في استكشاف إمكانية دمج النسبية العامة وميكانيكا الكم.
وقد بدأ بالتفكير مثل الهرطوقي ...

ولكنه عاد إلى روما عام ١٩٨١ إثر دعوة لمؤتمر في علم الكونيات تحت رعاية الفاتيكان . وفي ذلك الحين كان لديه مساحة بحث جديدة ، ألا وهي بداية الكون. وقد أسمى بحثه اسماً فنياً جداً.

لقد استعدت اهتمامى بأصل ومنشأ الكون عندما حضرت مؤتمر عن علم الكونيات فى الفاتيكان عام ١٩٨١ . بعد ذلك حظيت بشرف مقابلة البابا.



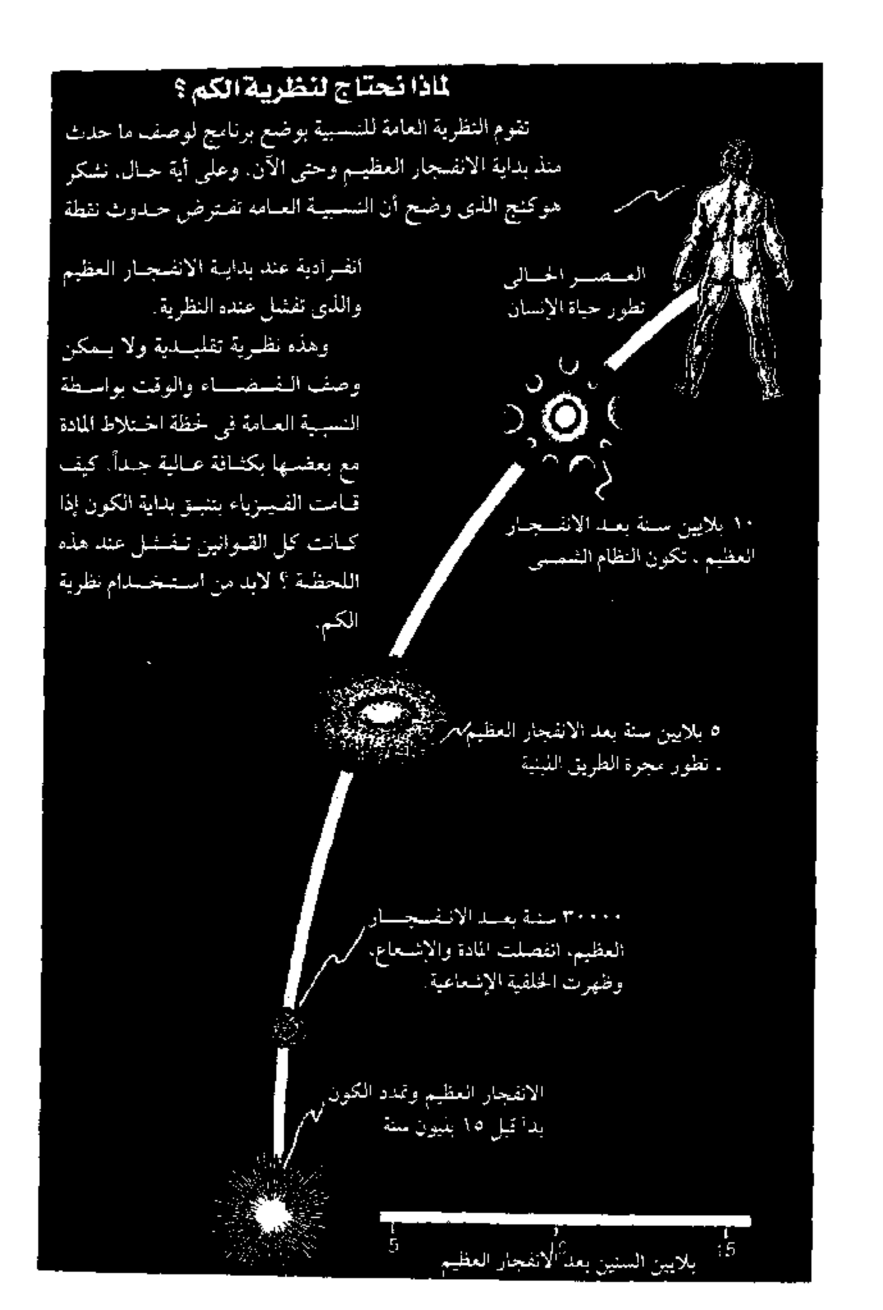
وفى حديثه اقترح هوكنج أن الفضاء والزمن محدودان فى مضمونهما ولكنهما منغلقان على أنفسهم بدون حدود أو حروف. وقد عُرف ذلك بـ «مبدأ اللاحدود». وإذا كان ذلك صحيحاً فلن يكون هناك نقط انفرادية وبذلك تتحقق قوانين الفيزياء فى كل مكان متضمنةً بداية الكون.





ولم يكن واضحاً فى هذه اللحظة أن بحثى يتضمن أفكاراً عن منشأ الكون وذلك لأنه كان مكتوباً بلغة فنية بالرغم من أنه كان معنوناً بالعنوان المحرم «شروط الحدود للكون».

وقد بدأ هوكنج العمل بجد فى دراسة الكون وظلت هذه النقطة تشغل تفكيره حتى اليوم. وفى بحثه أمام الفاتيكان قدم لأول مرة «مبدأ اللاحدود» ، وهو آخر أفكاره وأكثرها عمقاً. وكانت تلك محاولة لتطبيق نظرية الكم على الانفرادية عند بدء الكون.


لماذا نحتاج لنظرية الكم ؟
تقوم النظرية العامة للنسبية بوضع برنامج لوصف ما حدث منذ بداية الانفجار العظيم وحتى الآن. وعلى أية حال، نشكر هوكنج الذى وضح أن النسبية العامه تفترض حدوث نقطة انفرادية عند بداية الانفجار العظيم والذى تفشل عنده النظرية.
وهذه نظرية تقليدية ولا يمكن وصف الفضاء والوقت بواسطة النسبية العامة فى لحظة اختلاط المادة مع بعضها بكثافة عالية جداً. كيف قامت الفيزياء بتنبؤ بداية الكون إذا كانت كل القوانين تختل عند هذه اللحظة ؟ لابد من استخدام نظرية الكم.
العصر الحالى
تطور حياة الإنسان
١٠ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم ، تكون النظام الشمسى
٥ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم ـ تطور مجرة الطريق اللبنية
٣٠٠٠٠٠ سنة بعد الانفجار العظيم، انفصلت المادة والإشعاع، وظهرت الخلفية الإشعاعية.
الانفجار العظيم وتمدد الكون بدأ قبل ١٥ بليون سنة
5
15
بلايين السنين بعد الانفجار العظيم

علم الكونيات الكمى

بادئاً بهذا السؤال قام هوكنج ومعاونه جيم هارتل (جامعة كاليفورنيا) باستخدام مبدأ اللاحدود لتطوير فكرة جديدة فى علم الكونيات الكمى.

وعلى عكس التصورات السابقة قام هوكنج وهارتل (هـ و هـ) باستخدام الوقت التخيلى لدراسة الانفرادية عند الانفجار العظيم.



وكان التفكير على النحو التالى، عند مولده، كان الكون فى حالة كمية خالصة. لذلك قام (هـ و هـ) بمعالجة الكون على أنه نظام كمى منفرد وحاولا تحديد معادلته الموجية. وبطريقة أخرى، لقد قاما بتطبيق مبادىء ميكانيكا الكم الابتدائية على الكون ككل قبل بدء الانفجار العظيم.



الجذب الكمى أو (ن ك ش)

إن مجال البحث المختص بالجذب الكمى أو «ن ك ش» (نظرية كل شيء) يثير اهتمام كل الفيزيائيين وقد أنتجت المحاولات التى قام بها علماء النسبية وعلماء الفيزياء المختصون بدراسة الجسيمات نتائج قليلة.



ريتشارد فايمان ١٩١٨ - ١٩٨٨

وكالعادة سلك هوكنج مسلكاً مختلفاً فى هذه المشكلة. ليست الجاذبية الكمية ولكنه علم الكونيات الكمى هو الذى يضع المعادلة الموجية للكون، وهذا مبنى على «مبدأ اللاحدود».

لقد أزعجنى بشدة دائماً انكسار قوانين الفيزياء عند بداية الكون، فمن الممكن أن تنكسر أيضاً فى أى مكان آخر لهذا السبب قمنا بوضع مبدأ اللاحدود الذى يزيل الانفرادية الموجودة عند بداية الكون.

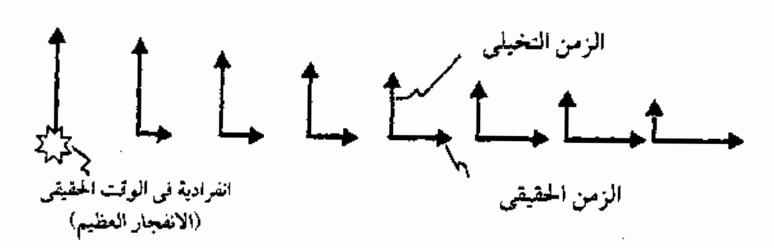
ولكن المشكلة بالنسبة لعلم الكون هى أنه لايمكن أن يتنبأ بأى شيء عند بداية الكون دون فروض عن الشروط الابتدائية كل ما نستطيع قوله هو أن الأشياء تبقى كما هى الآن لأنها كانت عليه فى المرحلة الابتدائية.

يعتقد العديد من الناس أن هذا هو ما يجب أن يكون. ويجب على الكون أن يدرس القوانين التى توضح تطور الكون. فهم يشعرون أن السؤال عن الشروط الأولية للكون التى تحدد كيفية بدايته هو سؤال لعلماء الميتافيزيقا أو علماء الدين أكثر منه للعلوم.



علم الكونيات الكمي والزمن المركب

والآن ماذا عن علم الكونيات الكمي ؟ لقد استخدم (هـ و هـ) الخدعة الرياضية المسماة بالزمن المركب ليختبروا كل الأكوان الممكنة التي ربما تكون تكونت منذ الحالة الكمية الأولى. ينقسم الزمن إلى مركبتين منفصلتين واحدة تخيلية والأخرى حقيقية. وعلى عكس الزمن الحقيقي لا يتلاشى الزمن التخيلي عند الانفجار العظيم وهذه النظرية مفيدة جداً عند الانفرادية .ولقد استخدموا طرق ميكانيكا الكم القياسية للوصول إلى المعادلة الموجية للكون



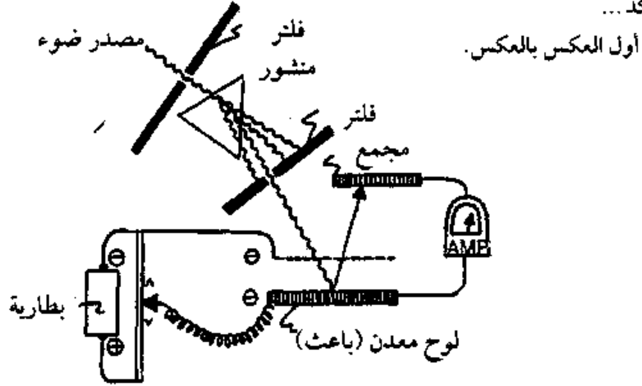
ولكن ما هي الطرق القياسية لميكانيكا الكم ؟ وما هي المعادلة الموجية ؟



الموجات والجسيمات :
سخرية الطبيعة من علماء الفيزياء

لقد وضحت التجارب العلمية وجود ازدواجية الجسيم/ الموجة. على سبيل المثال : تقوم الأشعة الضوئية بالتداخل (تتصرف كموجة) ولكنها فى نفس الوقت تحرر الالكترونات من أسطح المعادن (تتصرف كجسيم). وبالمثل تتصرف الالكترونات بنفس تصرف الجسيمات وفى نفس الوقت ينتج شعاع الالكترونات هدب الحيود (مثل الموجات) عندما يمر من خلال محزوز مثل المشط. وهذه الازدواجية حقيقة فيزيائية ويجب أن نتعايش معها. وهى نتيجة مباشرة لمبدأ عدم التأكد...

أول العكس بالعكس.



تتصرف موجات الضوء مثل الجسيمات (فوتونات).

وفى العشرينات من القرن العشرين طور هايزنبرج وشرودينجر وبور وبورن لغة رياضية لوصف خصائص الموجات والجسيمات فى نفس الوقت.

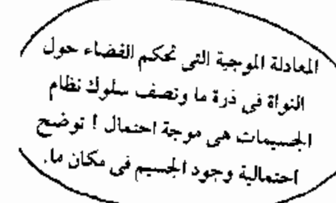
وأروع هذه الصيغ معادلة وضعها شرودنجر يحدد حلها (المعادلة الموجية) تصرف نظام الجسيمات.



العالم الغريب لميكانيكا الكم

ولكن ما هى المعادلة الموجية ؟ وما هو التموج بالضبط ؟

ها هو ما افترضه ماكس بورن (بعد أن تبع فكرة لأينشتين بسخرية)





ومن أبسط المشاكل التى تحل بميكانيكا الكم هى نموذج ذرة الهيدروجين. عندما تحل معادلة شرودنجر فى هذه الحالة تحدد معادلة الموجة احتمالية كل مستوى طاقة فى الذرة حيث إنها تعطى الأماكن المحتمل وجود الكترونات فيها حول النواة. فى هذه الحالة تحاط النواة بسحابة احتمالية بدلاً من المدارات الدقيقة للإلكترونات كما فى الذرة التقليدية.

الصورة التقليدية لذره الهيدروجين

الكترون

سرعة

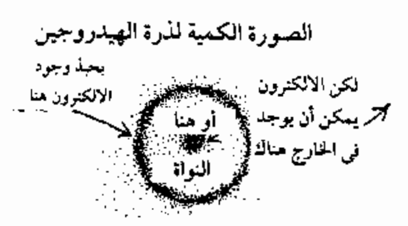
القوى التى يؤثر بها الالكترون على النواه

النواة

القوة التى تؤثر بها النواة على الإلكترون

مدار الالكترون

الصورة الكمية لذرة الهيدروجين

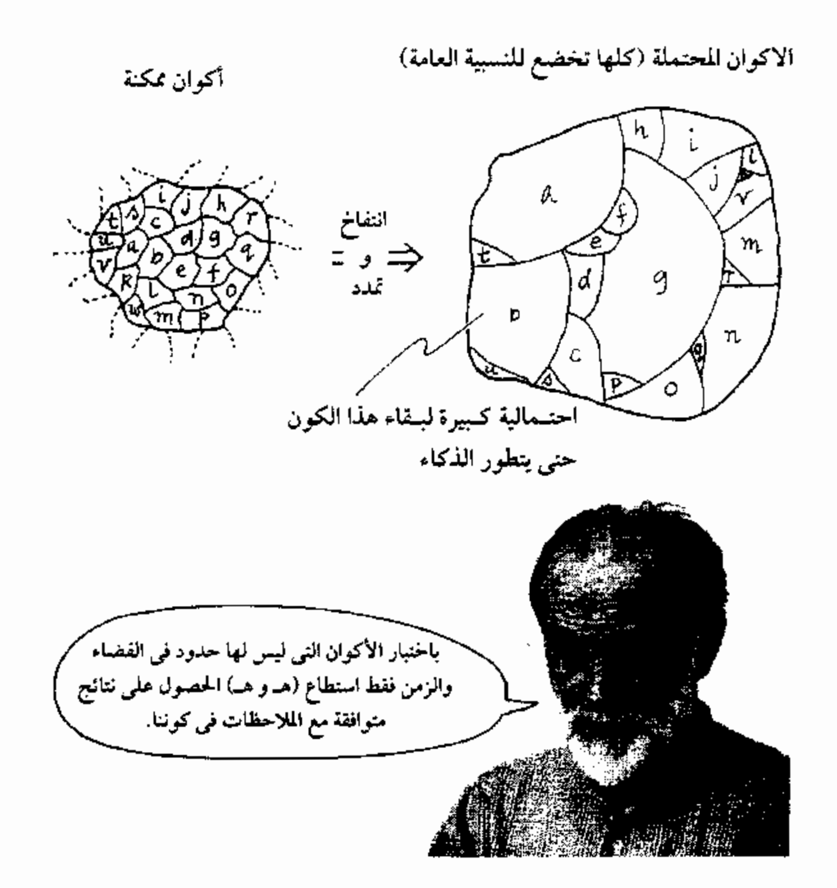




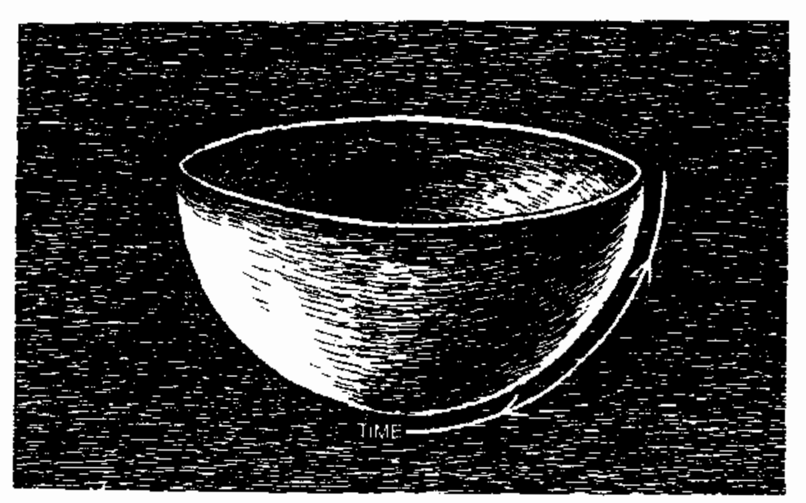
علم الكونيات الكمى : تطبيق معادلة شرودنجر لكل الكون

هل هوكنج مفكر جرىء؟ بدلاً من مدارات الالكترونات فى الذرة فكر فى النموذج الكونى لكل الكون. تقترح النسبيه العامة العديد من النماذج : بعضها يقول إن الكون يتمدد من نقطة إلى حجم كبير ثم ينكمش إلى نقطة مرة أخرى والبعض الآخر يقول إنها تتمدد دائماً والبعض يقول إنها تتمدد بمعدلات مختلفة فى الاتجاهات المختلفة. ولكن كلها تحقق معادلات أينشتين.

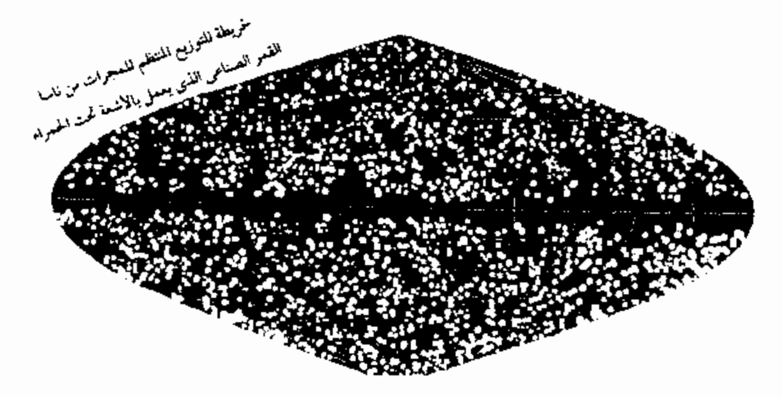
وكما استبدل شرودنجر المسارات التقليدية للإلكترونات بمعادلات موجية لوصف احتمالية وجود الإلكترونات، قام (هـ و هـ) بتخصيص معادلات موجية لبعض النماذج الكونية والتى تعطى احتمالية أن يكون للكون شكل هندسى ما.



والأكوان المغلقـة تحقق هذا الشـرط. فهي محـدودة ولكن ليسـت لهـا أحرف، مشـابهة للسطح ثنائي الأبـعاد للأرض. فـهي تتـمدد ثم تـصل إلى نقطة توقف ثم تعـود إلى نفس النقطة تماماً مـثل النقطة التي تتحرك على إطار تجـويف كروي كمـا هو موضـح في الرسـم. وعن طريق وصفها بهذه الصورة فـإن الأكوان المغلقة يكون لها بداية ونهاية فقط في الزمن الحقـيقي. أمـا المركبة الوهمية فـهي في الحقـيقـة متصلة. لـذلك قام هـ و هـ بإخـفاء نقط الانفرادية في الكون المغلق.



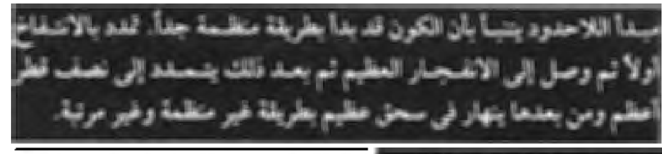
وقد تحقـقوا أيضاً أن الكون المنتظم هو أكثر الاحـتمالات ، لذلك فقد توصلوا إلى أن كـوننا مغلق ومنتظم في نفـس الوقت، أي أنه عبارة عن كره محدودة من الفضاء والزمن بدون أحرف.



خريطة للتوزيع المنتظم للمجرات من ناسا القمر الصناعي الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء

قسم الرياضيات التطبيقية
والفيزياء النظرية : ١٧ فبراير ١٩٩٥

كما أخبر هوكنج مؤلف هذا الكتاب قبل نشره بستة أسابيع ...







لقد وضحت الحسابات التي تمت على نماذج بسيطة أن الكون المبنى على مبدأ اللاحدود يبدو مشابهاً كثيراً لكوننا. بالإضافة إلى ذلك يجب أن يصاحب هذا بعض الأفكار الهامة من علم الكونيات مثل الانتفاخ والتموجات الكمية. وحتى المبدأ الإنساني يبدو متوافقاً، يجب أن تكون لديك صورة جيدة جداً عن الكون الذى اقترحه ستيفن هوكنج. شيء غير سيء بالنسبة لمبتدئ !

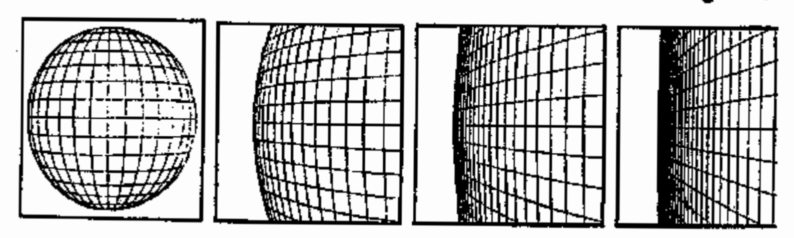
الانتفاخ

فى نهاية السبعينات تم تقديم مبدأ جديد للانتفاخ والذى يفترض أن الكون تمدد من حالة ابتدائية أصغر من حجم البروتون الى جسم كبير فى حدود عشرة أمتار خلال كسور من الثانية. وكان معدل هذا التمدد هائلاً وقد حلت هذه الفكرة مشكلتين دائماً ما أزعجتا علماء الكونيات :

١ – لماذا يبدو الكون مستوياً لهذه الدرجة أى أنه لا يظهر أى انحناء ؟

٢– لماذا تكون الخلفية الإشعاعية منتظمة إلى هذا الحد ؟

١ - أول هذه الأسئلة يتضمن تناغم كثافة كتلة الكون مع القيمة الحرجة منذ بداية التمدد (ص ٥٢). ولكن التمدد السريع فى البداية أدى إلى استواء الكون كما هو واضح بالشكل:



استواء الكون عن طريق الانتفاخ

٢- يوضح الانتفاخ كذلك سبب انتظام الخلفية الإشعاعية. عندما كان الكون فى حجمه المتناهي فى الصغر كانت كل المادة والطاقة متجانسة حيث إن كل شيء كان مرتبطاً بكل شيء. ومع حدوث الانتفاخ انتشر هذا التجانس فى الكون الأكبر الذى استمر فى التمدد. لذلك عندما انفصل ازدواج المادة والإشعاع بعد ٣٠٠٠٠٠ سنة ظل الكون منتظماً.

الانتفاخ والتموجات الكمية

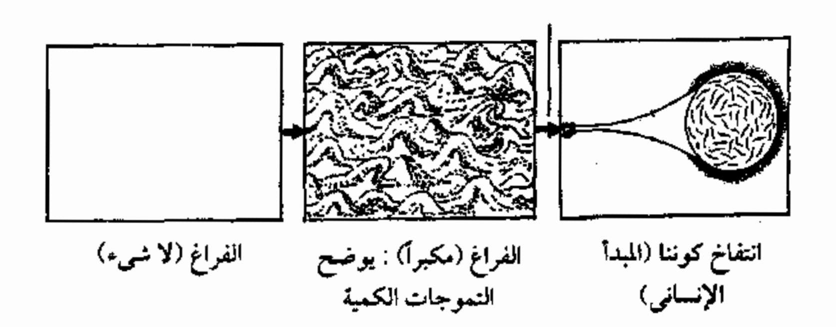
إن الانتفاخ الذى طـور الكون الابتدائي من الممكن أن يكون أنتج تغيرات فـى الكثافة والتى من الممكن أن توضح تكوين المجـرات. وإذا أمعنا النظر فى أى نظام فيـزيائي (حتى الفراغ) نلاحظ تأثيرات التموجات الكمية.

ولا يمكن أن يمحـو الانتفاخ هذه التموجـات الكمية ولكنه يحولهم إلـى تغيرات فى الكثـافـة والتى تظهـر على هيـئة تموجـات في المادة والطاقـة فى الفـضـاء والزمن. وهذه التموجـات من الممكن أن تطبع فى الخلفية الإشعاعـية فى صـورة تغيرات دقيـقة فى درجة الحرارة. وكانت هذه التغيرات الدقيقة هدف جـورج سموت وفريقه البحثى عندما أطلقوا تجـربة COBE (قمر صناعى مستكشف للخلفية الإشعاعية الكونية). نحن نحتاج أكثر من مبدأ شهير ...

أول كسر من الثانية

التغيرات فى كثافة الطاقة
كتأثير من التموجات الكمية

تتم استعارة الطاقة الموجبة من
مجال الجذب الانتفاخى
لتكوين المادة ($E= mc^2$)



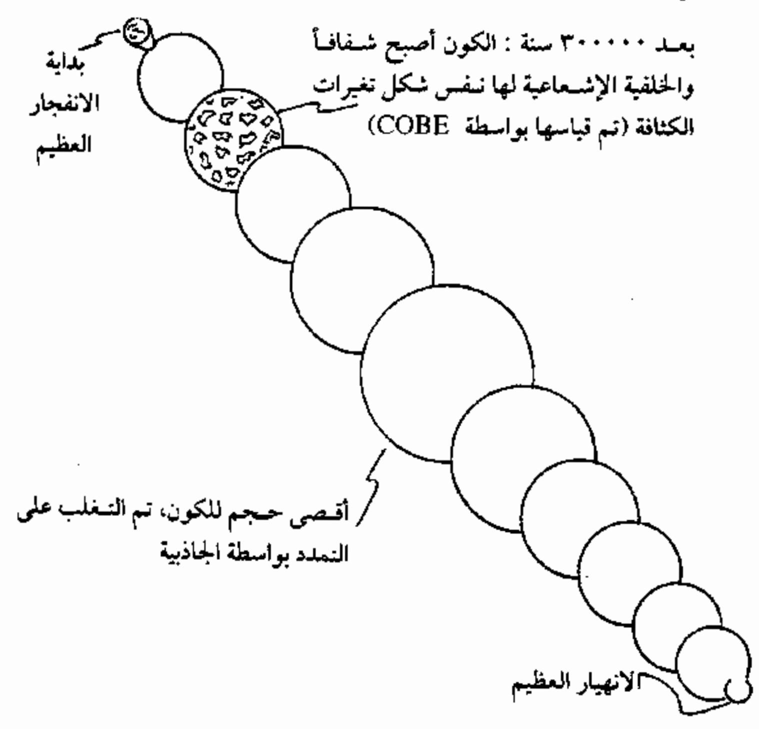
انتفاخ كوننا (المبدأ الإنسانى) | الفراغ (مكبراً) : يوضح التموجات الكمية | الفراغ (لا شيء)

المبدأ الإنسانى

هذا المبدأ عبارة عن ملاحظة شبه ميتافيزيقية والتى تتضمن أنه إذا كان الكون لا يبنى على الثوابت الأساسية للطبيعة والتى تسمح لوجود الحياة وتطور الذكاء فلن يتمكن أى شخص من معرفة خصائص ذلك الكون. وذلك هو السبب الذى جعل الكون الذى نعيش فيه متماشياً معنا، فإنه قد تم توفيقه بصورة تامة.

وبالرغم من أن هناك الكثير ممن استهجنوا هذه الفكرة ومن أمثلة هؤلاء نوبل لارويت ستيفن فاينبرج (الذى كتب كتاباً مؤسساً عن الكون الأول يسمى ، الثلاثة دقائق الأولى) الذى يقضى بأن علم الكونيات الكمى يمدنا بمحتوى أصبح فيه المبدأ الإنسانى معنى شائعاً وبسيطاً. وأكثر الأكوان احتمالاً هو ذلك الكون الذى نعيش فيه ! وكما قال فيلسوف فولتير السخيف بانجلوس لكانديد : «نحن نعيش فى أفضل العوالم الممكنة».

الألف بليون سنة التالية



جائزة نوبل لهوكنج

لقد تسلم هوكنج تقريباً كل جائزة وتقدير يمكن أن يُمنح لعالم. والسؤال الطبيعى الآن هو : هل سيمنح أفضل وأشهر هذه الجوائز - وهي دعوته إلى الأكاديمية الملكية للعلوم فى ستوكهولم لتسليمه جائزة نوبل فى الفيزياء؟



هناك بعض التعقيدات ، وأول هذه التعقيدات هو أن هذه الجائزة نادراً ما منحت لشخص فى الفلك أو علم الكونيات ولا حتى في الفيزياء المجردة. وثانيها أكثر من ذلك جدية. لقد كان ألفريد نوبل (الذى حقق ثروته من حق براءة اختراع المادة المفرقعة TNT) رجلاً عملياً وأصر أن يتم تحقيق الاكتشافات النظرية بتجارب عملية من أجل قانونية وشرعية هذه الجائزة. وبالنسبة لعلماء الكونيات مثل هوكنج تمتد معاملهم إلى أقصى مناطق بعيدة في الكون. ومن هنا من الصعب جداً إن لم يكن مستحيلاً تحقيق أفكارهم عملياً وربما يأخذ ذلك عقوداً على الأقل.

دعنا نراجع الاكتشافات النظرية لهوكنج التى ربما تجعله يفوز بجائزة نوبل :

١ - باستخدام النسبية العامة أوضح هوكنج وبنروز أن المبدأ التقليدى للزمن يجب أن يكون قد بدأ بانفرادية عند الانفجار العظيم ولذلك فإن الكون كان عبارة عن حالة ساخنة وكثيفة فى لحظة من اللحظات.

٢- فى عام ١٩٧٤ اكتشف أن الثقوب السوداء تطلق إشعاعاً (يسمى إشعاع هوكنج) مثل أى جسم ديناميكى حرارى آخر ولها درجة حرارة (تتناسب لجذبها السطحى) وانتروبى (يتناسب لمساحة سطحها).

٣- لقد وضع نموذجاً للكون الأولى هو وجيم هارتل وأسماه بمبدأ اللاحدود وقد تنبأ فيه بتغيرات فى الكثافة فى الكون الأولى كنتيجة للتموجات الكمية.

ولسوء الحظ لا يعتبر أعظم أعماله (إشعاع هوكنج) ملائماً لجائزة نوبل وذلك لاستحالة التقاطه.

على أية حال يمكن إثبات كل من انفرادية الانفجار العظيم وكذلك التموجات الكمية باستخدام قياسات دقيقة جداً للخلفية الإشعاعية الكونية.

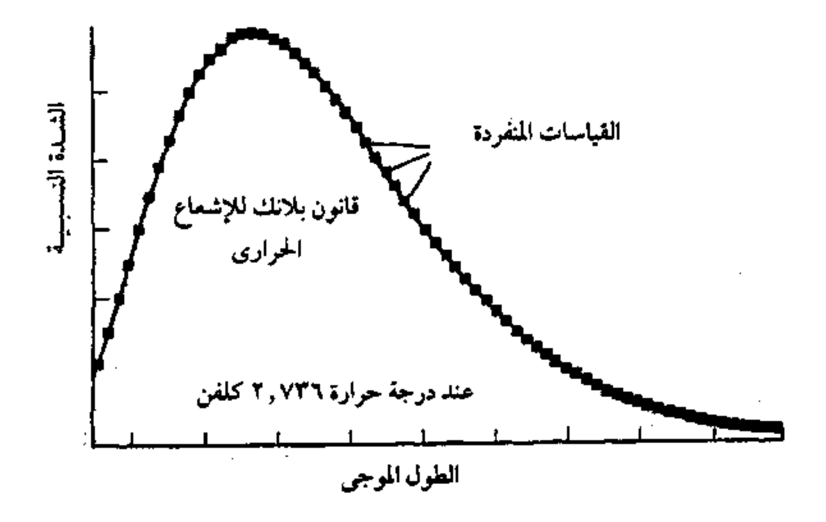
وهذا هو بالفعل ما قام به مشروع COBE ما بين ١٩٨٩ و ١٩٩٢ .

COBE : أعظم اكتشاف على مر التاريخ (؟)

مر أكثر من اثنى عشر عاماً لتصميم وتشغيل COBE ولكن نتائجه كانت مذهلة. ولقد تم إطلاقه في عام ١٩٨٩ ولـزم وقت ثماني دقائق لعمل قياسات مثل التي قام بها بنزياس وويلسون في عام ١٩٦٤ ولكن عند أطوال موجية كثيرة جداً في هذه المرة. وقد وضحت هذه النتائج منحنى مثالياً للإشعاع الحراري (انظر ص ١٠٣) لدرجة حرارة ٢,٧٣٦ درجة فوق الصفر المطلق.

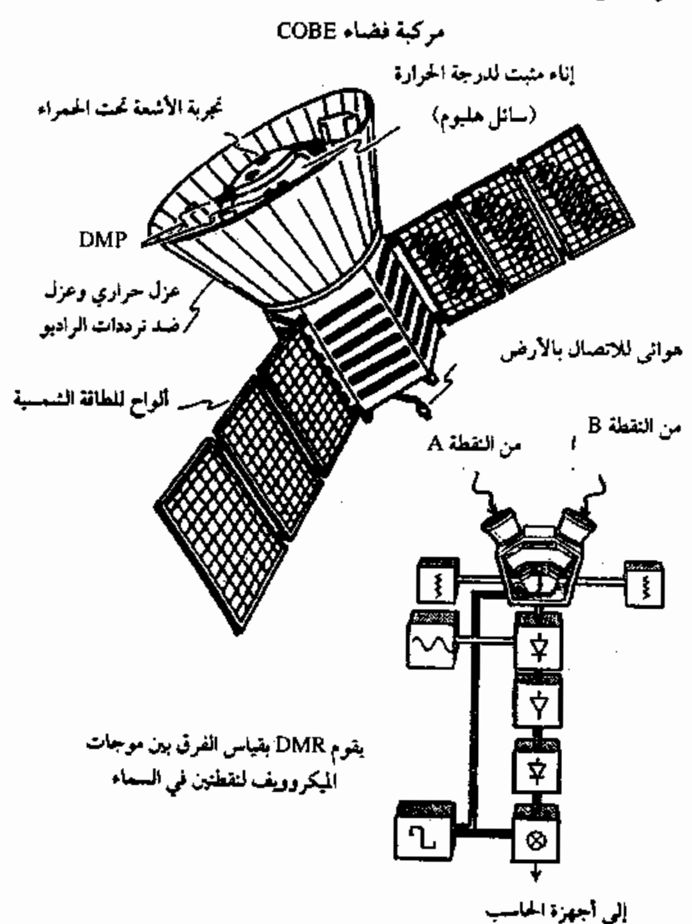
كان هذا هو COBE 1 الذي استخدم مقياس إشعاع ميكروويفي مطلق تتم معايرته بواسطة مسار من سائل الهليوم على متن القمر الصناعي. وقد أثبتت هذه النتائج بدون شك أن هذه الكاشفات التقطت بقايا الحالة الساخنة الكثيفة الأولى للكون والتي نطلق عليها الانفجار العظيم. ومثل هذا المنحنى من الممكن أن يجعل ماكس بلانك يرتعد مثلما فعل كل من كان في الجمعية الملكية الأمريكية عند تقديمه عام ١٩٩٠ .

قياسات COBE للخلفية الإشعاعية.



ولكن الأخبار السارة ما زالت تتوالى، تم إطلاق COBE II والذى استخدم مقياس إشعاع ميكروويفى (DMR) على درجة عالية من الحساسية والتى تقيس الفرق فى درجات الحرارة بين نقطتين فى الفضاء بدلاً من قياس درجة الحرارة المطلقة عند نقطة واحدة. وكانت نتائج COBE I على الشكل : درجة الحرارة عند النقطة A = ٢,٧٢٥ ولكن COBE II مستخدماً اثنين من أجهزة الالتقاط (DMR) أعطى الإجابة : فرق درجات الحرارة بين النقطة A والنقطة B هو ٠,٠٠٢ درجة.

مركبة فضاء COBE



وكان هذا هو مشروع جورج سموت للبحث عن دليل للتموجات فى الفراغ والوقت للكون المعمر ٣٠٠٠٠٠ عام. وفى أبريل عام ١٩٩٢ بعد أكثر من عامين من تجميع النتائج والتحليل قام سموت وفريقه بإعلان هام جداً وهو أن COBE قام باكتشاف فروق فى درجات الحرارة تصل إلى حوالى واحد على مائة ألف من الدرجة فى الخلفية الإشعاعية.



خريطة COBE للسماء الميكروويفية توضح مجرتنا والتموجات الكونية

ويبدو أنه أصبح ممكناً الآن تفسير بعض التركيبات التى نراها فى كوننا الآن على أنها أحداث تمت قبل بلايين السنين.

وقد كانت ردود الأفعال مبشرة في كل أنحاء العالم.



لقد قام COBE برسم خريطة للسماء وقاس الخلفية الإشعاعية للانفجار العظيم.

ولقد وضع كل من هوكنج وسموت قواعد وتصريحات امتدت إلى كل النواحي. وقد قبل سموت الانفجار العظيم على أنه لحظة خلق وذلك لكونه متديناً وقد حركته نتائج COBE عاطفياً.

لكن هوكنج يرى الأشياء باختلاف، فالبنسبة له الاختلافات في الخلفية الإشعاعية التى تم قياسها بواسطة COBE ما هى إلا دليل على وجود تموجات كمية فى الكون المنتفخ متفقة بذلك مع مبدأ اللاحدود الذي وضعه. فلا يتعجب أحد لكونه مبتسماً.

وقد رأى كل العلماء أن نجاح COBE ما هو إلا تأكيد مذهل لعلم كونيات الانفجار العظيم. ولكن لم ينته العمل بعد، فربما تكون الحلول النهائية لألغاز بداية وتركيب الكون أكثر تعقيداً.

وتعتبر مبادىء مركزية الأرض الذى وضعه سقراط والبطالمة ومركزية الشمس الذى وضعه كوبرنيكوس والبيضة الكونية الذى وضعه لامايتر ومبدأ اللاحدود الذى وضعه هوكنج خطوات فى طريق الفهم الأعمق للكون ومكاننا فيه. وهذه الرحلة مطروحة لكل شخص ليفهمها ويتأملها ويستمتع بها.



ستيفن وليام هوكينج عالم الكونيات ومثال الإنسان عام ٢٠٠٠ بعد الميلاد قام بأداء دوره بالتأكيد.

المحتويات

الموضوع	الصفحة

المشروع القومى للترجمة

المشـروع القومى للتـرجمـة مشـروع تنميـة ثقافـية بالدرجـة الأولى، ينطلق من الإيجابيات الـتى حققتهـا مشروعات التـرجمة التى سبـقته فى مصر والعـالم العربى ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

١ - الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية.

٢ - التـوازن بين المعـارف الإنسـانية فى المجـالات العلميـة والفنيـة والفكرية والإبداعية.

٣ - الإنحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحـضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب.

٤ - ترجمة الأصول المعرفية التى أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعى فى الثقافة الإنسانية المعاصرة،جنبًا إلى جنب المنجزات الجديدة التى تضع القارئ فى القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين.

٥ ـ العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة.

٦ - الاسـتعـانة بكل الخبـرات العـربية وتنسـيق الجهـود مع المؤسـسات المعنيـة بالترجمة.

المشروع القومي للترجمة

١ – اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت : أحمد درويش
٢ – الوثنية والإسلام	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣ – التراث المسروق	جورج جيمس	ت : شوقي جلال
٤ – كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كاريتنكوفا	ت : أحمد الحضري
٥ – ثريا في غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
٦ – اتجاهات البحث اللساني	ميلكا إفيتش	ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧ – العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الأنطكي
٨ – مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت : مصطفى ماهر
٩ – التغيرات البيئية	أندرو س. جودي	ت : محمود محمد عاشور
١٠ – خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت : محمد معتصم وعبد الجليل الأزدي وعمر حلي
١١ – مختارات	فيسوافا شيمبوريسكا	ت : هناء عبد الفتاح
١٢ – طريق الحرير	ديفيد براونيستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
١٣ – ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت : عبد الوهاب علوب
١٤ – التحليل النفسي والأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
١٥ – الحركات الفنية	إدوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيفي
١٦ – أثينة السوداء	مارتن برنال	ت : بإشراف / أحمد عتمان
١٧ – مختارات	فيليب لاركين	ت : محمد مصطفى بدوي
١٨ – الشعر النسائي في أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : طلعت شاهين
١٩ – الأعمال الشعرية الكاملة	چورج سفيريس	ت : نعيم عطية
٢٠ – قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت: يمنى طريف الخولي / بدوي عبد الفتاح
٢١ – خوخة وألف خوخة	صمد بهرنجي	ت : ماجدة العناني
٢٢ – مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت : سيد أحمد علي الناصري
٢٣ – تجلي الجميل	هانز جيورج جادامر	ت : سعيد توفيق
٢٤ – ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : بكر عباس
٢٥ – مثنوى	مولانا جلال الدين الرومي	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٦ – دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
٢٧ – التنوع البشري الخلاق	مقالات	ت : نخبة
٢٨ – رسالة في التسامح	جون لوك	ت : منى أبو سنه
٢٩ – الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت : بدر الديب
٣٠ – الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣١ – مصادر دراسة التاريخ الإسلامي	جان سوفاجيه – كلود كاين	ت : عبد الستار الحلوجي / عبد الوهاب علوب
٣٢ – الانقراض	ديفيد روس	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٣٣ – التاريخ الاقتصادي لإفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	ت : أحمد فؤاد بلبع
٣٤ – الرواية العربية	روجر ألن	ت : حصة إبراهيم المنيف
٣٥ – الأسطورة والحداثة	بول . ب . ديكسون	ت : خليل كلفت

٣٦ – نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	ت : حياة جاسم محمد
٣٧ – واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	ت : جمال عبد الرحيم
٣٨ – نقد الحداثة	آلن تورين	ت : أنور مغيث
٣٩ – الإغريق والحسد	بيتر والكوت	ت : منيرة كروان
٤٠ – قصائد حب	آن سكستون	ت : محمد عيد إبراهيم
٤١ – ما بعد المركزية الأوربية	بيتر جران	ت : عاطف أحمد / إبراهيم فتحي / محمود ماجد
٤٢ – عالم ماك	بنجامين باربر	ت : أحمد محمود
٤٣ – اللهب المزدوج	أوكتافيو پاث	ت : المهدي أخريف
٤٤ – بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلي	ت : مارلين تادرس
٤٥ – التراث المغدور	روبرت ج دنيا – جون ف أ فاين	ت : أحمد محمود
٤٦ – عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : محمود السيد علي
٤٧ – تاريخ النقد الأدبي الحديث (١)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨ – حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ت : ماهر جويجاتي
٤٩ – الإسلام في البلقان	هـ . ت . نوريس	ت : عبد الوهاب علوب
٥٠ – ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	ت : محمد برادة وعثماني الميلود ويوسف الأنطكي
٥١ – مسار الرواية الإسبانو أمريكية	داريو بيانويبا وخ . م بينياليستي	ت : محمد أبو العطا
٥٢ – العلاج النفسي التدعيمي	بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج . روجسيفيتز وروجر بيل	ت : لطفي فطيم وعادل دمرداش
٥٣ – الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	ت : مرسي سعد الدين
٥٤ – المفهوم الإغريقي للمسرح	ج . مايكل والتون	ت : محسن مصيلحي
٥٥ – ما وراء العلم	چون بولكنجهوم	ت : علي يوسف علي
٥٦ – الأعمال الشعرية الكاملة (١)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود علي مكي
٥٧ – الأعمال الشعرية الكاملة (٢)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود السيد ، ماهر البطوطي
٥٨ – مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمد أبو العطا
٥٩ – المحبرة	كارلوس مونييث	ت : السيد السيد سهيم
٦٠ – التصميم والشكل	جوهانز ايتين	ت : صبري محمد عبد الغني
٦١ – موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور – سميث	مراجعة وإشراف : محمد الجوهري
٦٢ – لذّة النّص	رولان بارت	ت : محمد خير البقاعي .
٦٣ – تاريخ النقد الأدبي الحديث (٢)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤ – برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	ت : رمسيس عوض .
٦٥ – في مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	ت : رمسيس عوض .
٦٦ – خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧ – مختارات	فرناندو بيسوا	ت : المهدي أخريف
٦٨ – نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
٦٩ – العالم الإسلامي في أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	ت : أحمد فؤاد متولي وهويدا محمد فهمي
٧٠ – ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانغ رودريجث	ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١ – السيدة لا تصلح إلا للرمي	داريو فو	ت : حسين محمود

٧٢ - السياسي العجوز	ت . س . إليوت	ت : فؤاد مجلي
٧٣ - نقد استجابة القارئ	چين . ب . تومبكنز	ت : حسن ناظم وعلي حاكم
٧٤ - صلاح الدين والمماليك في مصر	ل . ا . سيمينوڤا	ت : حسن بيومي
٧٥ - فن التراجم والسير الذاتية	أندريه موروا	ت : أحمد درويش
٧٦ - چاك لاكان وإغواء التحليل النفسي	مجموعة من الكتاب	ت : عبد المقصود عبد الكريم
٧٧ - تاريخ النقد الأدبي الحديث ج ٣	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٧٨ - العولمة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية	رونالد روبرتسون	ت : أحمد محمود ونورا أمين
٧٩ - شعرية التأليف	بوريس أوسبنسكي	ت : سعيد الغانمي وناصر حلاوي
٨٠ - بوشكين عند «نافورة الدموع»	ألكسندر بوشكين	ت : مكارم الغمري
٨١ - الجماعات المتخيلة	بندكت أندرسن	ت : محمد طارق الشرقاوي
٨٢ - مسرح ميجيل	ميجيل دي أونامونو	ت : محمود السيد علي
٨٣ - مختارات	غوتفريد بن	ت : خالد المعالي
٨٤ - موسوعة الأدب والنقد	مجموعة من الكتاب	ت : عبد الحميد شيحة
٨٥ - منصور الحلاج (مسرحية)	صلاح زكي أقطاي	ت : عبد الرازق بركات
٨٦ - طول الليل	جمال مير صادقي	ت : أحمد فتحي يوسف شتا
٨٧ - نون والقلم	جلال آل أحمد	ت : ماجدة العناني
٨٨ - الابتلاء بالتغرب	جلال آل أحمد	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٨٩ - الطريق الثالث	أنتوني جيدنز	ت : أحمد زايد ومحمد محيي الدين
٩٠ - وسم السيف (قصص)	نخبة من كُتاب أمريكا اللاتينية	ت : محمد إبراهيم مبروك
٩١ - المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق	باربر الاسوستكا	ت : محمد هناء عبد الفتاح
٩٢ - أساليب ومضامين المسرح الإسبانوأمريكي المعاصر	كارلوس ميجل	ت : نادية جمال الدين
٩٣ - محدثات العولمة	مايك فيذرستون وسكوت لاش	ت : عبد الوهاب علوب
٩٤ - الحب الأول والصحبة	صمويل بيكيت	ت : فوزية العشماوي
٩٥ - مختارات من المسرح الإسباني	أنطونيو بويرو باييخو	ت : سري محمد محمد عبد اللطيف
٩٦ - ثلاث زنبقات ووردة	قصص مختارة	ت : إدوار الخراط
٩٧ - هوية فرنسا (مج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعي
٩٨ - الهم الإنساني والابتزاز الصهيوني	نماذج ومقالات	ت : أشرف الصباغ
٩٩ - تاريخ السينما العالمية	ديفيد روبنسون	ت : إبراهيم قنديل
١٠٠ - مساءلة العولمة	بول هيرست وجراهام تومبسون	ت : إبراهيم فتحي
١٠١ - النص الروائي (تقنيات ومناهج)	بيرنار فاليط	ت : رشيد بنحدو
١٠٢ - السياسة والتسامح	عبد الكريم الخطيبي	ت : عز الدين الكتاني الإدريسي
١٠٣ - قبر ابن عربي يليه آياء	عبد الوهاب المؤدب	ت : محمد بنيس
١٠٤ - أوبرا ماهوجني	برتولت بريشت	ت : عبد الغفار مكاوي
١٠٥ - مدخل إلى النص الجامع	چيرار چينيت	ت : عبد العزيز شبيل
١٠٦ - الأدب الأندلسي	د. ماريا خيسوس روبييرا متي	ت : أشرف علي دعدور
١٠٧ - صورة الفدائي في الشعر الأمريكي المعاصر	نخبة	ت : محمد عبد الله الجعيدي

١٠٨ - ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسي	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكى
١٠٩ - حروب المياه	چون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠ - النساء في العالم النامى	حسنة بيجوم	ت : منى قطان
١١١ - المرأة والجريمة	فرانسيس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢ - الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماكليود	ت : إكرام يوسف
١١٣ - راية التمرد	سادى پلانت	ت : أحمد حسان
١١٤ - مسرحيتا حصاد كونجي وسكان المستنقع	وول شوينكا	ت : نسيم مجلى
١١٥ - غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	ت : سمية رمضان
١١٦ - امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧ - المرأة والجنوسة في الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨ - النهضة النسائية في مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩ - النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنبل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠ - الحركة النسائية والتطور في الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبة من المترجمين
١٢١ - الدليل الصغير في كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	ت : محمد الجندى ، وإيزابيل كمال
١٢٢ - نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣ - الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نينل الكسندر وفنادوليتا	ت: أنور محمد إبراهيم
١٢٤ - الفجر الكاذب	چون جراى	ت : أحمد فؤاد بلبع
١٢٥ - التحليل الموسيقى	سيدريك ثورپ ديفى	ت : سمحه الخولي
١٢٦ - فعل القراءة	ڤولفانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧ - إرهاب	صفاء فتحى	ت : بشير السباعى
١٢٨ - الأدب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩ - الرواية الاسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠ - الشرق يصعد ثانية	أندريه جوندر فرانك	ت : شوقى جلال
١٣١ - مصر القديمة (التاريخ الاجتماعى)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢ - ثقافة العولمة	مايك فيذرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣ - الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤ - تشريح حضارة	بارى ج. كيمب	ت : أحمد محمود
١٣٥ - المختار من نقد ت. س. إليوت (ثلاثة أجزاء)	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦ - فلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧ - مذكرات ضابط في الحملة الفرنسية	جوزيف مارى مواريه	ت : كاميليا صبحى
١٣٨ - عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيڤلينا تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩ - پارسيڤال	ريشارد ڤاچنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠ - حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبورى
١٤١ - اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢ - الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومى
١٤٣ - قضايا التنظير في البحث الاجتماعي	ديريك لايدار	ت : عدلى السمرى
١٤٤ - صاحبة اللوكاندة	كارلو جولدونى	ت : سلامة محمد سليمان

١٤٥ – موت أرتيميو كروث	كارلوس فوينتس	ت : أحمد حسان
١٤٦ – الورقة الحمراء	ميجيل دي ليبس	ت : علي عبد الرؤوف البمبي
١٤٧ – خطبة الإدانة الطويلة	تانكريد دورست	ت : عبد الغفار مكاوي
١٤٨ – القصة القصيرة (النظرية والتقنية)	إنريكي أندرسون إمبرت	ت : علي إبراهيم علي منوفي
١٤٩ – النظرية الشعرية عند إليوت وأدونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٥٠ – التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	ت: منيرة كروان
١٥١ – هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعي
١٥٢ – عدالة الهنود وقصص أخرى	نخبة من الكُتاب	ت : محمد محمد الخطابي
١٥٣ – غرام الفراعنة	فيولين فانويك	ت : فاطمة عبد الله محمود
١٥٤ – مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	ت : خليل كلفت
١٥٥ – الشعر الأمريكي المعاصر	نخبة من الشعراء	ت : أحمد مرسي
١٥٦ – المدارس الجمالية الكبرى	جي أنبال وآلان وأوديت فيرمو	ت : مي التلمساني
١٥٧ – خسرو وشيرين	النظامي الكنوجي	ت : عبد العزيز بقوش
١٥٨ – هوية فرنسا (مج ٢ ، ج٢)	فرنان برودل	ت : بشير السباعي
١٥٩ – الإيديولوجية	ديفيد هوكس	ت : إبراهيم فتحي
١٦٠ – آلة الطبيعة	بول إيرليش	ت : حسين بيومي
١٦١ – من المسرح الإسباني	اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	ت : زيدان عبد الحليم زيدان
١٦٢ – تاريخ الكنيسة	يوحنا الأسيوي	ت : صلاح عبد العزيز محجوب
١٦٣ – موسوعة علم الاجتماع ج ١	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهري
١٦٤ – شامبوليون (حياة من نور)	جان لاكوتير	ت : نبيل سعد
١٦٥ – حكايات الثعلب	أ . ن أفانا سيفا	ت : سهير المصادفة
١٦٦ – العلاقات بين المتدينين والعلمانيين في إسرائيل	يشعياهو ليفمان	ت : محمد محمود أبو غدير
١٦٧ – في عالم طاغور	رابندرانات طاغور	ت : شكري محمد عياد
١٦٨ – دراسات في الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	ت : شكري محمد عياد
١٦٩ – إبداعات أدبية	مجموعة من المبدعين	ت : شكري محمد عياد
١٧٠ – الطريق	ميغيل دليبيس	ت : بسام ياسين رشيد
١٧١ – وضع حد	فرانك بيجو	ت : هدى حسين
١٧٢ – حجر الشمس	مختارات	ت : محمد محمد الخطابي
١٧٣ – معنى الجمال	ولتر ت . ستيس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤ – صناعة الثقافة السوداء	ايليس كاشمور	ت : أحمد محمود
١٧٥ – التليفزيون في الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦ – نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
١٧٧ – أنطون تشيخوف	هنري ترويا	ت : حصة إبراهيم منيف
١٧٨ – مختارات من الشعر اليوناني الحديث	نخبة من الشعراء	ت : محمد حمدي إبراهيم
١٧٩ – حكايات أيسوب	أيسوب	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠ – قصة جاويد	إسماعيل فصيح	ت : سليم عبدالأمير حمدان
١٨١ – النقد الأدبي الأمريكي	فنسنت . ب . ليتش	ت : محمد يحيى

١٨٢ – العنف والنبوءة	و . ب . ييتس	ت : ياسين طه حافظ
١٨٣ – جان كوكتو على شاشة السينما	رينيه جيلسون	ت : فتحي العشري
١٨٤ – القاهرة .. حالمة لا تنام	هانز إبندورفر	ت : دسوقي سعيد
١٨٥ – أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت : عبد الوهاب علوب
١٨٦ – معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل أنوود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧ – الأرضة	بُزُرْج علوى	ت : علاء منصور
١٨٨ – موت الأدب	ألفين كرنان	ت : بدر الديب
١٨٩ – العمى والبصيرة	پول دى مان	ت : سعيد الغانمى
١٩٠ – محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت : محسن سيد فرجانى
١٩١ – الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت : مصطفى حجازى السيد
١٩٢ – سياحتنامه إبراهيم بيك	زين العابدين المراغي	ت : محمود سلامة علاوى
١٩٣ – عامل المنجم	بيتر أبراهامز	ت : محمد عبد الواحد محمد
١٩٤ – مختارات من النقد الأنجلو – أمريكى	مجموعة من النقاد	ت : ماهر شفيق فريد
١٩٥ – شتاء ٨٤	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
١٩٦ – المهلة الأخيرة	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
١٩٧ – الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت : جلال السعيد الحفناوى
١٩٨ – الاتصال الجماهيرى	إدوين إمرى وآخرون	ت : إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩ – تاريخ يهود مصر في الفترة العثمانية	يعقوب لانداوى	ت : جمال أحمد الرفاعي وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠ – ضحايا التنمية	جيرمي سيبروك	ت : فخرى لبيب
٢٠١ – الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٠٢ – تاريخ النقد الأدبي الحديث جـ٤	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣ – الشعر والشاعرية	ألطاف حسين حالي	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤ – تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شازار	ت : أحمد محمود هويدى
٢٠٥ – الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللي – سفورزا	ت : أحمد مستجير
٢٠٦ – الهيولية تصنع علمًا جديدًا	جيمس جلايك	ت : علي يوسف علي
٢٠٧ – ليل إفريقي	رامون خوتاسندير	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨ – شخصية العربي في المسرح الإسرائيلي	دان أوريان	ت : محمد أحمد صالح
٢٠٩ – السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٠ – مثنويات حكيم سنائي	سنائي الغزنوى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١ – فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت : محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢ – قصص الأمير مرزبان	مرزبان بن رستم بن شروين	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣ – مصر منذ قدوم نابليون حتى رحيل عبد الناصر	ريمون فلاور	ت : سيد أحمد علي الناصرى
٢١٤ – قواعد جديدة للمنهج في علم الاجتماع	أنتوني جيدنز	ت : محمد محمود محي الدين
٢١٥ – سياحت نامه إبراهيم بيك جـ٢	زين العابدين المراغي	ت : محمود سلامة علاوى
٢١٦ – جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٧ – مسرحيتان طليعيتان	صمويل بيكيت	ت : نادية البنهاوى
٢١٨ – رايولا	خوليو كورتازار	ت : علي إبراهيم علي منوفي

٢١٩ – بقايا اليوم	كازو ايشجورو	ت : طلعت الشايب
٢٢٠ – الهيولية في الكون	باري باركر	ت : علي يوسف علي
٢٢١ – شعرية كفافي	جريجوري جوزدانيس	ت : رفعت سلام
٢٢٢ – فرانز كافكا	رونالد جراي	ت : نسيم مجلي
٢٢٣ – العلم في مجتمع حر	بول فيرابنر	ت : السيد محمد نفادي
٢٢٤ – دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	ت : منى عبد الظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ – حكاية غريق	جابرييل جارثيا ماركث	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٦ – أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هربت لورانس	ت : طاهر محمد علي البربري
٢٢٧ – المسرح الإسباني في القرن السابع عشر	موسى ماردينا ديف بوركي	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٨ – علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	ت : ماري تيريز عبد المسيح وخالد حسن
٢٢٩ – مأزق البطل الوحيد	نورمان كيمان	ت : أمير إبراهيم العمري
٢٣٠ – عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣١ – الدرافيل	خايمي سالوم بيدال	ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٢٣٢ – مابعد المعلومات	توم ستينر	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣٣ – فكرة الاضمحلال	أرثر هيرمان	ت : طلعت الشايب
٢٣٤ – الإسلام في السودان	ج. سبنسر تريمنجهام	ت : فؤاد محمد عكود
٢٣٥ – ديوان شمس تبريزي ج١	جلال الدين الرومي	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٣٦ – الولاية	ميشيل تود	ت : أحمد الطيب
٢٣٧ – مصر أرض الوادي	روبين فيدين	ت : عنايات حسين طلعت
٢٣٨ – العولمة والتحرير	الانكتاد	ت : ياسر محمد جاد الله وعربي مدبولي أحمد
٢٣٩ – العربي في الأدب الإسرائيلي	جيلارافر – رايوخ	ت : نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠ – الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كامي حافظ	ت : صلاح عبد العزيز محمود
٢٤١ – في انتظار البرابرة	ك. م كويتز	ت : ابتسام عبد الله سعيد
٢٤٢ – سبعة أنماط من الغموض	وليام إمبسون	ت : صبري محمد حسن عبد النبي
٢٤٣ – تاريخ إسبانيا الإسلامية جـ١	ليفي بروفنسال	ت : مجموعة من المترجمين
٢٤٤ – الغليان	لاورا إسكيبيل	ت : نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ – نساء مقاتلات	إليزابيتا أديس	ت : توفيق علي منصور
٢٤٦ – قصص مختارة	جابرييل جرثيا ماركث	ت : علي إبراهيم علي منوفي
٢٤٧ – الثقافة الجماهيرية والحداثة في مصر	وولتر أرمبرست	ت : محمد الشرقاوي
٢٤٨ – حقول عدن الخضراء	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٢٤٩ – لغة التمزق	دراجو شتامبوك	ت : رفعت سلام
٢٥٠ – علم اجتماع العلوم	دومنيك فينك	ت : ماجدة أباظة
٢٥١ – موسوعة علم الاجتماع ج ٢	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهري
٢٥٢ – رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	ت : علي بدران
٢٥٣ – تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينوفا	ت : حسن بيومي
٢٥٤ – الفلسفة	ديف روبنسون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ – أفلاطون	ديف روبنسون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام

٢٥٦ – ديكارت	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧ – تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلى رايت	ت : محمود سيد أحمد
٢٥٨ – الغجر	سير أنجوس فريزر	ت : عُبادة كُحيلة
٢٥٩ – مختارات من الشعر الأرمنى	نخبة	ت : فاروجان كازانجيان
٢٦٠ – موسوعة علم الاجتماع ج٢	جوردون مارشال	ت بإشراف : محمد الجوهرى
٢٦١ – رحلة فى فكر زكى نجيب محمود	زكى نجيب محمود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢ – مدينة المعجزات	إدوارد مندوثا	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣ – الكشف عن حافة الزمن	جون جريبين	ت : على يوسف على
٢٦٤ – إبداعات شعرية مترجمة	هوراس / شلى	ت : لويس عوض
٢٦٥ – روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصمويل جونسون	ت : لويس عوض
٢٦٦ – مدير المدرسة	جلال آل أحمد	ت : عادل عبد المنعم سويلم
٢٦٧ – فن الرواية	ميلان كونديرا	ت : بدر الدين عرودكى
٢٦٨ – ديوان شمس تبريزى ج٢	جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقى شتا
٢٦٩ – وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١	وليم جيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧٠ – وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢	وليم جيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧١ – الحضارة الغربية	توماس سى . باترسون	ت : شوقى جلال
٢٧٢ – الأديرة الأثرية فى مصر	س. س. والترز	ت : إبراهيم سلامة
٢٧٣ – الاستعمار والثورة فى الشرق الأوسط	جوان آر. لوك	ت : عنان الشهاوى
٢٧٤ – السيدة بربارا	رومولو جلاجوس	ت : محمود على مكى
٢٧٥ – ت. س. إليوت شاعرًا وناقدًا وكاتبًا مسرحيًا	أقلام مختلفة	ت : ماهر شفيق فريد
٢٧٦ – فنون السينما	فرانك جوتيران	ت : عبد القادر التلمسانى
٢٧٧ – الجينات : الصراع من أجل الحياة	بريان فورد	ت : أحمد فوزى
٢٧٨ – البدايات	إسحق عظيموف	ت : ظريف عبد الله
٢٧٩ – الحرب الباردة الثقافية	فرانسيس ستونر سوندرز	ت : طلعت الشايب
٢٨٠ – من الأدب الهندى الحديث والمعاصر	بريم شند وآخرون	ت : سمير عبد الحميد
٢٨١ – الفردوس الأعلى	مولانا عبد الحليم شرر الكهنوى	ت : جلال الحفناوى
٢٨٢ – طبيعة العلم غير الطبيعية	لويس ولبيرت	ت : سمير حنا صادق
٢٨٣ – السهل يحترق	خوان روالفو	ت : على البمبى
٢٨٤ – هرقل مجنونًا	يوريبيدس	ت : أحمد عتمان
٢٨٥ – رحلة الخواجة حسن نظامى	حسن نظامى	ت : سمير عبد الحميد
٢٨٦ – رحلة إبراهيم بك ج٣	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢٨٧ – الثقافة والعولمة والنظام العالمى	أنتونى كينج	ت : محمد يحيى وآخرون
٢٨٨ – الفن الروائى	ديفيد لودج	ت : ماهر البطوطى
٢٨٩ – ديوان منجوهرى الدامغانى	أبو نجم أحمد بن قوص	ت : محمد نور الدين
٢٩٠ – علم الترجمة واللغة	جورج مونان	ت : أحمد زكريا إبراهيم
٢٩١ – المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج١	فرانشسكو رويس رامون	ت : السيد عبد الظاهر
٢٩٢ – المسرح الإسبانى فى القرن العشرين ج٢	فرانشسكو رويس رامون	ت : السيد عبد الظاهر

٢٩٣ - مقدمة للأدب العربي	روجر آلان	ت : نخبة من المترجمين
٢٩٤ - فن الشعر	بوالو	ت : رجاء ياقوت صالح
٢٩٥ - سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل	ت : بدر الدين حب الله الديب
٢٩٦ - مكبث	وليم شكسبير	ت : محمد مصطفى بدوي
٢٩٧ - فن النحو بين اليونانية والسريانية	ديونيسيوس ثراكس - يوسف الأهواني	ت : ماجدة محمد أنور
٢٩٨ - مأساة العبيد	أبو بكر تفاوابليوه	ت : مصطفى حجازي السيد
٢٩٩ - ثورة التكنولوجيا الحيوية	جين ل. ماركس	ت : هاشم أحمد فؤاد
٣٠٠ - أسطورة بروميثيوس مج١	لويس عوض	ت : جمال الجزيري وبهاء چاهين
٣٠١ - أسطورة بروميثيوس مج٢	لويس عوض	ت : جمال الجزيري ومحمد الجندي
٣٠٢ - فنجنشتين	جون هيتون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٣ - بـوذا	جين هوب وبورن فان لون	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤ - ماركس	ريـوس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥ - الجلد	كروزيو مالابارته	ت : صلاح عبد الصبور
٣٠٦ - الحماسة - النقد الكانطي للتاريخ	چان - فرانسوا ليوتار	ت : نبيل سعد
٣٠٧ - الشعور	ديفيد بابينو	ت : محمود محمد أحمد
٣٠٨ - علم الوراثة	ستيف جونز	ت : ممدوح عبد المنعم أحمد
٣٠٩ - الذهن والمخ	انجوس جيلاتي	ت : جمال الجزيري
٣١٠ - يونج	ناجي هيد	ت : محيي الدين محمد حسن
٣١١ - مقال في المنهج الفلسفي	كولنجوود	ت : فاطمة إسماعيل
٣١٢ - روح الشعب الأسود	وليم دي بويز	ت : أسعد حليم
٣١٣ - أمثال فلسطينية	خايير بيان	ت : عبد الله الجعيدي
٣١٤ - الفن كعدم	جينس مينيك	ت : هويدا السباعي
٣١٥ - جرامشي في العالم العربي	ميشيل بروندينو	ت : كاميليا صبحي
٣١٦ - محاكمة سقراط	آ. ف. ستون	ت : نسيم مجلي
٣١٧ - بلا غد	شير لايموفا - زنيكين	ت : أشرف الصباغ
٣١٨ - الأدب الروسي في السنوات العشر الأخيرة	نخبة	ت : أشرف الصباغ
٣١٩ - صور دريدا	جايتر ياسبيفاك وكرستوفر نوريس	ت : حسام نايل
٣٢٠ - لمعة السراج في حضرة التاج	محمد روشن	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٢١ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج٢	ليفي برو فنسال	ت : نخبة من المترجمين
٣٢٢ - التاريخ الغربي للفن الحديث	دبليوجين كلينباور	ت : خالد مفلح حمزة
٣٢٣ - فن الساتورا	تراث يوناني قديم	ت : هانم سليمان
٣٢٤ - اللعب بالنار	أشرف أسدي	ت : محمود سلامة علاوي
٣٢٥ - عالم الآثار	فيليب بوسان	ت : كرستين يوسف
٣٢٦ - المعرفة والمصلحة	جورجين هابرماس	ت : حسن صقر
٣٢٧ - مختارات شعرية مترجمة	نخبة	ت : توفيق علي منصور
٣٢٨ - يوسف وزليخة	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٢٩ - رسائل عيد الميلاد	تد هيوز	ت : محمد عيد إبراهيم

٣٣٠ – كل شيء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	ت : سامي صلاح
٣٣١ – عندما جاء السردين	ستيفن جراي	ت : سامية دياب
٣٣٢ – القصة القصيرة في اسبانيا	نخبة	ت : علي إبراهيم علي منوفي
٣٣٣ – الإسلام في بريطانيا	نبيل مطر	ت : بكر عباس
٣٣٤ – لقطات من المستقبل	آرثر س. كلارك	ت : مصطفى فهمي
٣٣٥ – عصر الشك	ناتالي ساروت	ت : فتحي العشري
٣٣٦ – متون الأهرام	نصوص قديمة	ت : حسن صابر
٣٣٧ – فلسفة الولاء	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصاري
٣٣٨ – قصص قصيرة من الهند	نخبة	ت : جلال السعيد الحفناوي
٣٣٩ – تاريخ الأدب في إيران جـ٣	علي أصغر حكمت	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٤٠ – اضطراب في الشرق الأوسط	بيرش بيربيروجلو	ت : فخري لبيب
٣٤١ – قصائد من رلكه	راينر ماريا رلكه	ت : حسن حلمي
٣٤٢ – سلامان وأبسال	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٤٣ – العالم البرجوازي الزائل	نادين جورديمر	ت : سمير عبد ربه
٣٤٤ – الموت في الشمس	بيتر بلانجوه	ت : سمير عبد ربه
٣٤٥ – الركض خلف الزمن	بونه ندائي	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٣٤٦ – سحر مصر	رشاد رشدي	ت : جمال الجزيري
٣٤٧ – الصبية الطائشون	جان كوكتو	ت : بكر الحلو
٣٤٨ – المتصوفة الأولون في الأدب التركي جـ١	محمد فؤاد كوبريلي	ت : عبد الله أحمد إبراهيم
٣٤٩ – دليل القارئ إلى الثقافة الجادة	آرثر والدرون وآخرين	ت : أحمد عمر شاهين
٣٥٠ – بانوراما الحياة السياحية	أقلام مختلفة	ت : عطية شحاتة
٣٥١ – مبادئ المنطق	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصاري
٣٥٢ – قصائد من كفافيس	قسطنطين كفافيس	ت : نعيم عطية
٣٥٣ – الفن الإسلامي في الأندلس (هندسية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : علي إبراهيم علي منوفي
٣٥٤ – الفن الإسلامي في الأندلس (نباتية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : علي إبراهيم علي منوفي
٣٥٥ – التيارات السياسية في إيران	حجت مرتضى	ت : محمود سلامة علاوي
٣٥٦ – الميراث المر	بول سالم	ت : بدر الرفاعي
٣٥٧ – متون هيرميس	نصوص قديمة	ت : عمر الفاروق عمر
٣٥٨ – أمثال الهوسا العامية	نخبة	ت : مصطفى حجازي السيد
٣٥٩ – محاورات بارمنيدس	أفلاطون	ت : حبيب الشاروني
٣٦٠ – أنثروبولوجيا اللغة	أندريه جاكوب ونويلا باركان	ت : ليلى الشربيني
٣٦١ – التصحر : التهديد والمجابهة	آلان جرينجر	ت : عاطف معتمد وآمال شاور
٣٦٢ – تلميذ باينبرج	هاينرش شبورال	ت : سيد أحمد فتح الله
٣٦٣ – حركات التحرر الأفريقي	ريتشارد جيبسون	ت : صبري محمد حسن
٣٦٤ – حداثة شكسبير	إسماعيل سراج الدين	ت : نجلاء أبو عجاج
٣٦٥ – سأم باريس	شارل بودلير	ت : محمد أحمد حمد
٣٦٦ – نساء يركضن مع الذئاب	كلاريسا بنكولا	ت : مصطفى محمود محمد

٣٦٧- القلم الجريء	نخبة	ت: البرّاق عبدالهادي رضا
٣٦٨- المصطلح السردي	جيرالد برنس	ت: عابد خزندار
٣٦٩- المرأة في أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوي	ت: فوزية العشماوي
٣٧٠- الفن والحياة في مصر الفرعونية	كليرلا لويت	ت: فاطمة عبدالله محمود
٣٧١- المتصوفة الأولون في الأدب التركي ج٢	محمد فؤاد كوبريلي	ت: عبدالله أحمد إبراهيم
٣٧٢- عاش الشباب	وانغ مينغ	ت: وحيد السعيد عبدالحميد
٣٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه	أمبرتو إيكو	ت: على إبراهيم على منوفي
٣٧٤- اليوم السادس	أندريه شديد	ت: حمادة إبراهيم
٣٧٥- الخلود	ميلان كونديرا	ت: خالد أبو اليزيد
٣٧٦- الغضب وأحلام السنين	نخبة	ت: إدوار الخراط
٣٧٧- تاريخ الأدب في إيران جـ٤	علي أصغر حكمت	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٧٨- المسافر	محمد إقبال	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٧٩- ملك في الحديقة	سنيل باث	ت: جمال عبدالرحمن
٣٨٠- حديث عن الخسارة	جونتر جراس	ت: شيرين عبدالسلام
٣٨١- أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	ت: رانيا إبراهيم يوسف
٣٨٢- تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار	ت: أحمد محمد نادى
٣٨٣- هدية الحجاز	محمد إقبال	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٨٤- القصص التي يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	ت: إيزابيل كمال
٣٨٥- مشتري العشق	محمد علي بهزادراد	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٣٨٦- دفاعًا عن التاريخ الأدبي النسوي	جانيت تود	ت: ريهام حسين إبراهيم
٣٨٧- أغنيات وسوناتات	جون دن	ت: بهاء جاهين
٣٨٨- مواعظ سعدي الشيرازي	سعدى الشيرازي	ت: محمد علاء الدين منصور
٣٨٩- من الأدب الباكستاني المعاصر	نخبة	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٣٩٠- الأرشيفات والمدن الكبرى	نخبة	ت: عثمان مصطفى عثمان
٣٩١- الحافلة الليلكية	مايف بينشي	ت: منى الدروبي
٣٩٢- مقامات ورسائل أندلسية	نخبة	ت: عبداللطيف عبدالحليم
٣٩٣- في قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	ت: نخبة
٣٩٤- القوى الأساسية الأربع في الكون	بول ديفيز	ت: هاشم أحمد محمد
٣٩٥- آلام سياوش	إسماعيل فصيح	ت: سليم حمدان
٣٩٦- السافاك	تقي نجاري راد	ت: محمود سلامة علاوي
٣٩٧- نيتشه	لورانس جين	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٨- سارتر	فيليب تودي	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٣٩٩- كامي	ديفيد ميروفتس	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٤٠٠- مومو	ميشائيل إنده	ت: باهر الجوهري
٤٠١- الرياضيات	زيادون ساردر	ت: ممدوح عبد المنعم
٤٠٢- هوكنج	ج. ب. ماك ايفوي	ت: ممدوح عبدالمنعم

التنفيذ والطباعة: Stampa

١١ ميدان سفنكس - المهندسين

تليفون: 3034498 - 3448824



Introducing... Hawking



j.p. McEvoy
Oscar Zarate

أقدم لك ... هذه السلسلة !

ليست أفكار الفلسفة هى وحدها الغامضة، بل هناك أيضًا كثرة كثيرة من الأفكار العلمية - فى جميع العلوم تقريبًا بلا استثناء - يصعب على القارئ غير المتخصص أن يستوعبها بسهولة، ومن ثم فهى تحتاج إلى شرح وإيضاح بالرسوم والصور فما هو الشعور واللا شعور؟ وما هو الفرق بين الذهن والمخ، وكيف نتعامل معهما. وما هى الوراثة والمورثات؟ وما الرياضيات، ولماذا كانت غامضة بالنسبة لمعظم الناس؟

كما أننا نحتاج إلى أن نعرف شيئًا عن كبار من العلماء بطريقة مبسطة - عن فرويد ويونج وكلاين ونيوتن وهوكنج .... الخ.

وإذا كانت الأعداد الستة الأولى من هذه السلسلة قد عرضت لمجموعة من الفلاسفة لاستجلاء غوامض أفكارهم عن طريق الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، فأننا نفعل الشئ نفسه بالنسبة للأفكار العلمية، عن الشعور، واللاشعور، والذهن، والمخ .... الخ. وغيرها من أفكار وإننا نأمل أن يجد فيها القارئ نفس المتعة السابقة.

